Beruiche *Handlungsf higkeit in digitalisierten Arbeitsumgebungen verlangt Prozesskompetenz und neue didaktische Anstze in der* beruichen *Bildung*

L—›˜ WÖÉÙš™Ü—ÉÙ

Abstract

Eine beruˆiche Handlungsf,higkeit in digitalisierten Arbeitsumgebungen verlangt eine neue Prozesskompetenz, da die Prozesszusammenh,nge mit allen vor- und nachgelagerten Bereichen innerhalb der vernetzten Systeme in den Mittelpunkt r€-cken. Dazu m€ssen prozessbezogene Didaktikans,tze entwickelt und umgesetzt werden, die das st,rkere Zusammenwachsen von informationstechnischen und klas-sischen Unternehmensprozessen in den Blick nehmen. Damit erweitert sich der Bil-dungsgegenstand durch die Digitalisierung erheblich, da mehrdimensional die Digi-talisierung und deren Ver,nderungen in der Arbeitswelt betrachtet werden. Der Beitrag zeigt die Ver,nderungen zum Prozessverst,ndnis in den Œ…er Jahren und Handlungsm•glichkeiten f€r eine prozessorientierte Didaktik.

A vocational pro‰ciency in digitalized working environments requires a new process competence, which puts the process interrelationships with all pre- and post-process-ing areas in the focus within the networked systems. For this process-related didactic approaches which look at the stronger merging of information technology and classi-cal company processes must be developed and implemented. This expands the sub-ject of education through digitalisation, since multidimensional digitalisation and their changes in the world of work are considered. The article shows the changes in process understanding in the Œ…s and possibilities for action for process-oriented di-dactics.

many ecosystems are moving in the other direction), but energy cropping systems that actively *enhance* biodiversity, soils and other ecosystem values move us even further in the direction of sustainability. For policy-makers and those working in the bioenergy, agriculture and restoration sectors, the goal should be to create the conditions under which the most sustainable forms of energy cropping can thrive and to find ways to promote energy crops that have benefits for ecosystem health over those that do not.

The approach that has been taken towards climate change mitigation within the bioenergy sector highlights one pathway to integrate an expectation of environmental enhancement into notions of bioenergy sustainability. As shown in Chapter 2, different forms of bioenergy can have very different life-cycle emissions. First-generation biofuels tend to perform worse than advanced biofuels or solid biomass fuels used for electricity and heat. This is partly due to their greater likelihood of contributing to forest-clearing (either directly or indirectly), as well as factors such as fertiliser use and inefficient conversion technologies. In some cases, the life-cycle emissions of biofuels may be much worse than using fossil fuels, such as where tropical peat forests are cleared to produce palm oil for biodiesel (Gibbs et al., 2008). At the other extreme, some energy cropping systems may not only reduce emissions compared to fossil fuels, but may actually draw carbon dioxide out of the atmosphere, producing *carbon-negative* biofuels (Mathews, 2008).

The differing potential impacts of biofuels in regards to greenhouse gas emissions has given global policy-makers and industry stakeholders a chance to think about what our expectations of biofuels should be in different contexts. Should we accept biofuels as "sustainable" if their life-cycle emissions are worse than fossil fuels? Should we expect all biofuels to achieve a certain level of GHG saving relative to fossil fuels (e.g. 35%, 50% or 60%)? Should we expect all biofuels to be carbon-negative?

While the answers to these questions may vary over time and between different stakeholders, certain trends have become apparent. When the Kyoto Protocol was drafted in the late 1990s, it was acceptable to regard all biofuels as carbon-neutral and to encourage their use equally. By the time that that the EU adopted sustainability criteria under its Renewable Energy Directive in 2009 and the US revised its Renewable Fuel Standard in 2010, much more was known about the emissions from deforestation and fertiliser use associated with some biofuels. Both institutions introduced GHG benchmarks that restricted their support programmes to fuels with demonstrated GHG savings relative to fossil fuels. The RSB has gone further than this, using GHG benchmarks not just to determine whether a biofuel is deserving of government support, but whether it is can be regarded as "sustainable" at all.

Our future expectations around energy crops and ecological restoration could follow a similar pathway to that which has been followed in relation to biofuels and GHG emissions. For example, energy crop producers may need to show they are at least maintaining conditions (i.e. not degrading habitat or soils) in

Zusammenwachsen von informationstechnischen mit den klassischen Prozessen der Produktion, der Logistik oder des H andels machen es erforderlich, die *betroe‐nen* Berufe auf diese verņderte Perspektive auszurichten. Die mit Industrie . ein‐hergehende dezentrale Intelligenz f€rt zu einer erh•hten Verf€barkeit von Daten, die hochgradig prozessrelevant sind und von den Fachkrņten analysiert, bearbeitet und f€die Optimierung der Arbeitsprozesse bis hin zu den Geschņtsprozessen ge‐nutzt werden k•nnen (vgl. bayme vbm).

Um z. B. die *beruichen* Arbeitsaufgaben in der Produktion bewņtigen zu k•n‐nen, m€sen zunehmend die Prozesszusammenhņge verstanden und Aufgaben wie Daten- und Prozessmanagement, vorausschauende Instandhaltung, Diagnose, Fehlersuche und -behebung an den vernetzten Anlagen beherrscht werden. Dane‐ben sind f€die Prozessbeherrschung auch Fertigkeiten und Fņhigkeiten zur Beherr‐schung von Robotik, Pneumatik, Hydraulik, Antriebstechniken usw. noch relevant, aber nicht mehr allein ausreichend. Auch verschiebt sich die *Fehlerhugkeit* in al‐len Prozessen immer mehr in Richtung softwarebasierter Fehler. Ursache daf€ist das verņderte Zusammenspiel von Anlagen und Maschinen mit einer informa‐tionstechnischen Vernetzung mit den jeweiligen organisatorischen Verkn€pfungen (vgl. ebd., S. .). Zur Beherrschung der vernetzten Systeme sind auch methodi‐sche, soziale und personale Kompetenzen immer wichtiger. Die komplexen digitali‐sierten Produktionsprozesse sind heute von einzelnen Fachkrņten kaum noch zu beherrschen. Um diese Systeme handlungssicher betreiben zu k•nnen, arbeiten in‐terdisziplinņe Teams in der gesamten Wertsch•pfungskette zusammen. Diese Ver‐schiebungen sind auch auf den unterschiedlichen Hierarchieebenen zu sehen.

‰ Didaktik digitalisierter Arbeits- und Geschˆftsprozesse

Wie muss man die Auszubildenden auf diese Herausforderungen und Aufgaben vor‐bereiten? Lernen muss zuk€ftig eng verkn€pft sein mit den *beruichen* Arbeits- und Geschņtsprozessen entlang der Wertsch•pfungskette. Dabei unterscheidet sich die Ausrichtung vom Verstņdnis aus den *er* Jahren in den Ordnungsmitteln der Berufe (KMK). Die damalige prozessorientierte Ausrichtung bezog sich vor al‐lem auf die Festlegung von Kern- und *Fachqualikationen*, die anhand berufstypi‐scher Arbeitsaufgaben Šprozessbezogen‹vermittelt werden und spņter z. B. in einem Einsatzgebiet vertieft werden sollten. Das Verstņdnis des Berufskonzepts wandelte sich von einer Ausrichtung am Beherrschen einzelner Technologien und Fertigungs‐verfahren hin zum Beherrschen bestimmter berufstypischer Arbeitsprozesse. Deut‐lich waren hier ein Zusammenhangwissen und Prozessbez€e als Kernelement der Neuausrichtung zu sehen.

In der aktuellen Debatte zur Digitalisierung mit Begriffen wie Berufsbildung . , Wirtschaft . oder Industrie . tauchen viele dieser Schlagworte wieder auf: Pro‐zesszusammenhņge verstehen, Prozesskompetenz oder berufs€ergreifende Ab‐stimmungen. Aktuell wird eine Erweiterung des Prozesswissens vorwiegend auf ein neues Denken und Handeln innerhalb der Wertsch•pfungsketten der Unternehmen

United Kingdom: community attitudes to energy cropping in 123; land use change emissions 34; Gallagher Review 101, 105; policies 29, 40, 137, 140
United States: Conservation Reserve Program 53, 77, 81, 145, 158–9; ethanol production 15–19, 98, 134–7, 141; greenhouse gas savings 37, Renewable Fuel Standard 16–17, 28, 40, 107

wastes 138, 167
willow 6–7, 35, 64–5, 123, 139–42, 144
wood pellets 16, 30–3, 142–3

KMK (Kultusministerkonferenz) *(“b).* Rahmenlehrplan f,r den Ausbildungsberuf Zerspanungsmechaniker/Zerspanungsmechanikerin, Beschluss der Kultusministerkonferenz vom €“.•Ž.€••† i. d. F. vom €Ž.•€.€•••. Verfgbar unter *https://www.kmk.org/le admin/pdf/Bildung/BeruicheBildung/rlp/Zerspanungsmechaniker-IH---idf-“--.pdf (Zugri* am *..).*

Krause, A. *():* Entwicklung, Erprobung und Optimierung, eines CAD-Unterrichts f,r die ••. Jahrgangsstufe der Industriemechaniker/innen. Masterarbeit an der TU M,nchen. Mnchen: TU Mnchen.

Lindner, A. *():* Mglichkeiten des Lernfelds Šertigen auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen‹aus fachdidaktisch (praktischer Sicht (Teil *).* lernen & lehren, *()*, S. .

Ohner, A. *(“):* Didaktisch begr,ndete Unterrichtskonzepte f,r Vertretungsstunden in metalltechnischen Berufsschulen. Masterarbeit an der TU M,nchen. Mnchen: TU Mnchen.

Oswald, A. *():* Der ‡Digitale Werkzeugkasten‰ f,r die Schule. Verfgbar unter *https://read.bookcreator.com/vIExSWzLbxxkSOucbPkNyghBA/JtFaFLkNT“oGWGIqGxw (Zugri* am *..).*

Abbildungsverzeichnis

Abb. ‡ Probleme bei der Programmierung von Rechenergebnissen im Textformat . . . •„†

Abb. ˆ Exemplarische Zuordnungsaufgabe in der Anwendung LearningApps.org . . . . •„€

Abb. ‰ CAD-‘bung . . . . •ˆ‰

Abb. Š Anleitung zum Dreieck in Form eines Arbeitsplans . . . . •ˆ„

Abb. ‹ Konstruktionshilfe Lineare Austragung . . . . •ˆˆ

Environmental Protection Agency (2013) *EPA Proposes 2014 Renewable Fuel Standards, 2015 Biomass-Based Diesel Volume*, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC.

Gibbs, H. K., Rausch, L., Munger, J., Schelly, I., Morton, D. C., Noojipady, P., Soares-Filho, B., Barreto, P., Micol, L. and Walker, N. F. (2015) "Brazil's Soy Moratorium", *Science*, 23 January: 377–8.

Lima, M. B. (2012) *An Institutional Analysis of Biofuel Policies and their Social Implications Lessons from Brazil, India and Indonesia*, United Nations Research Institute for Social Development, Geneva.

NSW Farmers' Association (2012) *Submission to the NSW Government in Response to Delivery of the Strategic Regional Land Use Policy*, NSW Farmers' Association, Sydney.

Office of the Renewable Energy Regulator (2012) "REC Registry", www.rec-registry.gov.au (accessed 13 March 2010).

Porras, I., Barton, D. N., Miranda, M. and Chacón-Cascante, A. (2013) *Learning from 20 Years of Payments for Ecosystem Services in Costa Rica*, International Institute for Environment and Development, London.

REN21 (2015) *Renewables 2015: Global Status Report*, REN21, Paris.

Romijn, H., Heijnen, S., Colthoff, J. R., Jong, B. d. and Eijck, J. v. (2014) "Economic and Social Sustainability Performance of Jatropha Projects: Results from Field Surveys in Mozambique, Tanzania and Mali", *Sustainability*, 6: 6203–35.

Solar Choice (2011) "Solar shock: government announces retrospective NSW solar bonus scheme cuts", www.solarchoice.net.au/blog/nsw-solar-bonus-scheme-shock-government-announces-feed-in-tariff-reductions (accessed 13 November 2011).

Stephen, J. D., Mabee, W. E. and Saddler, J. N. (2013) "Lignocellulosic ethanol production from woody biomass: the impact of facility siting on competitiveness", *Energy Policy*, 59: 329–40.

Tal, A. (2015) "The implications of environmental trading mechanisms on a future Zero Net Land Degradation protocol", *Journal of Arid Environments*, 112, Part A: 25–32.

Treasury (2011) *Strong Growth, Low Pollution: Modelling a Carbon Price*, Commonwealth of Australia, Canberra.

United Nations Conference on Environment and Development (1992) *Rio Declaration on Environment and Development*, United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro.

URS Australia (2009) *Oil mallee industry development plan for Western Australia*, URS Australia Pty Ltd for Oil Mallee Association of Western Australia Inc (OMA) and the Forest Products Commission (FPC), Perth.

Verve Energy (2006) "Integrated wood processing", www.verveenergy.com.au/mainContent/sustainableEnergy/OurPortfolio/iwp.html (accessed 20 August 2011).

Abbildung Ž: Konstruktionshilfe Lineare Austragung (Krause ‰‡•…, Anhang A: Konstruktionshilfen, S. •‡)

Um den Lernenden Hinweise bei der Arbeit zu geben, welche Schritte von ihnen bereits erwartet werden und was ihnen Neues in dem jeweiligen Auftrag vermittelt werden soll, wurde ihnen auf der ersten Seite des Auftrags jeweils eine Tabelle zur Hand gegeben, die die Arbeitsschritte in „Neu“ und „Wiederholung“ gliedert. Bei den Wiederholungen erfolgt auch ein Verweis auf die vorangegangenen Aufträge, bei denen die entsprechenden Arbeitsschritte bereits durchgeführt wurden. So sollen Analogieschlüsse erleichtert werden. Für besonders schwierige Arbeitsschritte gibt es Screenvideos, in denen die wichtigsten Einstellungen und Abläufe von den Lernenden eigenständig verfolgt und – durch mehrfaches Ansehen und Stoppen an beliebiger Stelle – nachvollzogen werden können. Als Sozialform ist sowohl Einzel- als auch Partnerarbeit möglich, die spontane Nutzung von „Spezialistinnen“ oder „Spezialisten“ zur Klärung von Problemursachen wird propagiert und ist zugelassen. Als letzte Möglichkeit, quasi als Rückfallebene, bietet auch die Lehrkraft Unterstützung bei Fragen an. Da sie jedoch häufig erst gerufen wird, wenn „schon viel passiert“ ist, ist die Zeit für den Support einer einzelnen Schülerin bzw. eines einzelnen Schülers relativ lang (vier bis fünf Minuten müssen eingerechnet werden). Daraus ergibt sich eine relativ geringe Verfügbarkeit dieser Ressource, was zur Nutzung einer der anderen Unterstützungsmöglichkeiten motiviert. So gesehen ist die Arbeitsform „multimedial“: Angeboten werden zwei verschiedene gedruckte Hilfskonzepte, Videos mit unterschiedlichen Zielsetzungen aus unterschiedlichen Quellen und verschiedene Personen, die Hilfe leisten können und sollen.

Wenn eine Schülerin bzw. ein Schüler einen Auftrag bearbeitet hat, ist die entstandene Fertigungszeichnung zu kontrollieren und der Lehrkraft vorzulegen. Gemeinsam werden die Stärken der Zeichnung analysiert und die Schwächen – insbesondere die Verstöße gegen die Zeichennormen – aufgezeigt und markiert. Dabei bleibt die Erstellung des 3D-Modells zunächst unberücksichtigt, es sei denn, Mängel in der Zeichnung sind offensichtlich auf Fehler in der Modellierung zurückzuführen. Somit hat die oder der Lernende die Chance, weitgehend eigene Wege bei der Lösungsfindung zu realisieren. Auch die Darstellung der Lösung ist – durch unterschiedlichste Anordnungen der Maße – individuell möglich. Einzig die notwendige geometrisch vollständige Definition des Bauteils durch alle Grund-, Form- und Lagemaße ist nicht verhandelbar. Die Abgabe einer Zeichnung wird durch eine Unterschrift auf der Zeichnung und eine Unterschrift auf dem Auftrag durch die Lehrkraft testiert. Um einen Überblick über die Leistungsfähigkeit der Lernenden zu erhalten, führt die Lehrkraft eine Liste, wer wann welches Testat erhalten hat. Damit ist aber keine Leistungsbewertung verbunden. Der Notenbeitrag dieses Leittextes wird ausschließlich durch einen angekündigten schriftlichen Leistungsnachweis („Schulaufgabe“) gebildet, der meist am Ende des fünften Blocks abgehalten wird. Inhaltlich entspricht er dem Leistungsniveau, das nach dem dritten oder vierten Auftrag erreicht wird. Dieses Niveau ist der Tatsache geschuldet, dass der Leittext bewusst so viele Aufträge umfasst, dass auch sehr guten Schüler:innen in der Unterrichtszeit die Aufgaben nicht ausgehen (innere Differenzierung) und außerdem neue Inhalte mehrfach wiederholt werden, bevor sie abgeprüft werden. Es würde von den Autoren

markets, something that was highlighted in Chapter 7 as a key element in the development of other energy crops, such as corn ethanol in the US. However, there is also a need for basic research and the development of new technologies. As discussed previously, this research and development is not exclusive to either Australia or Brazil but includes the application of technological breakthroughs made in places such as the US and the EU.

Overcoming uncertainty around landholder attitudes to energy cropping is primarily a domestic concern within both Australia and Brazil. Social research has the capacity to reduce this uncertainty by illuminating the objectives and barriers for specific landholder groups. Examples of the information that can be provided by social research of this nature has been shown through the various examples cited in this book relating to mallee eucalypts in Australia (Baumber et al., 2011), biodiesel feedstocks in Brazil (Lima, 2012), short-rotation coppicing in the UK (Dockerty et al., 2012) and jatropha in Africa (Romijn et al., 2014). Trials are also necessary to identify where the barriers and opportunities lie.

The potential benefits of energy cropping for ecosystem health are also highly uncertain. If there is to be effective differentiation under renewable energy support schemes between energy crops that enhance ecosystem services and those that do not, systems will need to be developed to appropriately measure and verify these impacts. Existing certification schemes, such as those of the RSB or FSC, do not adequately perform this task as they are based primarily on the maintenance of existing ecosystem services rather than their enhancement. However, lessons may be learnt from other international mechanisms that have been developed for measuring and verifying ecosystem services.

In relation to carbon sequestration, the methodologies used by the Clean Development Mechanism and Australia's Emissions Reduction Fund may help to assign sequestration values to energy cropping systems. The carbon savings methodology used by the RSB also allows for sequestration benefits to be factored into life-cycle GHG calculations – and the state of NSW has endorsed the RSB standards as a recognised sustainability standard under its biofuel mandate programme. One pathway forward would be to be use minimum GHG savings based on the RSB or EU methodologies to determine basic eligibility for a bioenergy support programme (e.g. mandate or tax break). In addition to these minimum benchmarks, a higher level of support (e.g. double-counting under a mandate or greater tax breaks) could be provided to biofuels that have a GHG saving greater than 100 per cent due to carbon sequestration (i.e. they are carbon-negative). This approach would benefit from the work done by the RSB and EU in reducing uncertainty around biofuel life-cycle emissions.

The benefits of energy crops for biodiversity are harder to measure and model than carbon savings, but there are also relevant examples to draw on, such as BushTender in Victoria and BioBanking in NSW. Costa Rica has also developed metrics for watershed protection and landscape beauty within its framework for payments for ecosystem services (Porras et al., 2013). In relation to soils, efforts to quantify the reversal of land degradation have attracted attention lately with

Abbildung ‰: CAD-Übung „ (Krause ‰‡•…, Anhang A: Konstruktionsaufträge, S. …)

Abbildung Š: Anleitung zum Dreieck in Form eines Arbeitsplans (Krause ‰‡•…, Anhang A: Konstruktionsaufträge, S. ƒ)

Apart from policies specific to renewable energy, Table 9.1 also highlights the importance of policies related to biodiversity conservation, restoration and social issues in both Australia and Brazil. As highlighted in Chapter 8, Australia has been a global innovator in areas such as carbon sequestration offsets, biodiversity offsets and biodiversity auctions. The BushTender auction process in the state of Victoria seeks to promote cost-effectiveness in the spending of state government money. Following a different market-based approach, the BioBanking scheme in NSW allows developers to use offsets for environmental damage they wish to cause, which increases flexibility as well as providing an alternative to government funding for biodiversity protection and restoration activities.

As discussed in Chapter 8, Australia no longer has a national emissions trading scheme, but has retained the framework of the Carbon Farming Initiative by rolling it into the new Emissions Reduction Fund (ERF). This allows revegetation and farm forestry projects to sell their verified sequestration credits to the federal Government via an auction scheme. This may allow plantations of energy crops to earn credits for the long-term average sequestration that is held within the plantations. As discussed in Chapter 4, the level of carbon in a plantation will be at a high just prior to harvest and at a low just after harvest, with the average falling somewhere in between.

While the approved methodologies relating to farm forestry under the Carbon Farming Initiative could conceivably allow energy cropping projects to supplement their earnings with carbon credits, there are potential barriers to this occurring. For example, plantations are ineligible to earn carbon credits if they were funded by a managed investment scheme (which provides tax breaks for establishment costs) or if they are in high-rainfall areas (> 600 mm yr^{-1}). This latter condition is due to concerns around competition for water and represents an attempt to protect food production and other forms of agriculture from competition with carbon plantings.

Brazil does not have a national emissions trading scheme (or emissions reduction auction like the ERF), but it does have access to the Clean Development Mechanism of the Kyoto Protocol, which allows reforestation projects to earn credits for sale to Annex I countries. Eligible sites must have been non-forested as of 1989. Brazil has three reforestation/afforestation projects registered under the CDM, including the Plantar Group project discussed in Chapters 4 and 6 that is specifically designed around the production of woody crops for energy (UNFCCC, 2010). This project involves the use of wood from eucalyptus plantations in the state of Minas Gerais to produce charcoal for iron production. As discussed in Chapter 6, this project has been criticised by NGOs such as Carbon Market Watch (2010) for having negative social impacts. However, the plantations in question have been certified by the FSC, which includes criteria on land rights and community relationships. This highlights that, even where a project has multiple layers of oversight (i.e. Brazilian authorities, CDM and FSC), some stakeholders may still feel that the negatives of the project outweigh the positives.

around biodiversity and soil health, such as those the contained in international conventions or sustainability certification standards, generally focus on maintaining existing conditions (i.e. not making things worse). However, there may also be local opportunities for land uses such as energy cropping to contribute to active enhancement, such as habitat provision from eucalyptus or oil palm crops in Brazil or salinity mitigation from mallee crops in Australia. Similarly, climate change goals can also vary, with mitigation being most dominant at the global and national scales, and adaptation requiring more context-specific actions at the national, regional and local scales. Energy crops may also play differing roles in mitigating climate change at different scales, helping to meet targets for renewable energy at the national scale, while contributing to carbon sequestration at the local scale.

Renewable energy development is underpinned by goals such as energy security, climate change mitigation and socio-economic development. However, these goals may vary over time and space, with Brazil's development of a world-leading ethanol industry being initially driven by a desire to reduce oil imports (i.e. national-scale energy security) and pre-dating concerns about climate change. Compared with these national-scale concerns, the local-scale goals of a landholder contemplating energy cropping are more likely to be based on goals such as obtaining a livelihood, being able to stay on the land or increasing the resilience of their farming system. Brazil's biodiesel support programme provides an example of how a national-scale programme aimed at increasing renewable energy production can also be tailored to promote local-scale objectives relating to livelihoods and social equity.

Social issues such as land rights, job creation and food security are topical from the global through to local scales, but may differ in nature across these scales. National (and state/provincial) governments play an important role in setting workplace conditions and protecting land rights. Having secure land rights is clearly an important goal for local landholders, with the reforms to Brazil Forest Code discussed in Chapter 5 showing how security of land rights can be used as incentive for compliance with forest protection laws.

Maintaining food security on a global scale has been a major issue around the expansion of biofuels from common agricultural crops, but this is a very challenging goal to achieve through local or even national-scale policies. Australia and Brazil are both major agricultural exporters, but have to balance the goal of feeding the world against maximising export opportunities, which may come from fuel rather than food. Similarly, at a local scale, land use flexibility may be a more important goal for landholders than ensuring that the crops they produce contribute most to global food security – a point that was highlighted in the landholder interviews cited in Chapter 6 from the central west of NSW.

Where synergies exist between different goals, policy-makers may be able to promote multiple outcomes with a single policy measure (e.g. reducing GHG emissions to simultaneously prevent climate change and protect biodiversity). Where trade-offs exist, policy-makers need to be aware that the promotion of one outcome may have negative consequences for other goals. For example, land

Programmiertes Lernen „ reloaded?

Die vorgestellten Beispiele sind einfach zug‚ngliche und kostenfreie Tools. Viele der Apps geben die M•glichkeit, die selbst erstellten Inhalte •Žentlich zu stellen, sodass eine groƒe Anzahl frei verf€gbar ist. Den vorgestellten Apps ist gemein, dass der Rechner nur ŠJa-/Nein-Entscheidungen‹ treŽen kann. Es besteht die Gefahr, den Unterricht auf den Erwerb von Faktenwissen auszurichten, um ein vorhandenes Quiz anwenden bzw. Abfragen erstellen zu k•nnen. Dies ist eine Gefahr, die von den bisherigen Multiple-Choice-Tests bekannt ist. Damit droht ein unterrichtliches Revival vieler Ideen und Probleme des programmierten Lernens aus den •ŒŸ…er Jahren.

G‚ngige Ordnungsmittel fordern heute, dass die Sch€ler:innen im Rahmen der Entwicklung von Handlungskompetenz lernen sollen, ŠProbleme zielorientiert, sachgerecht, methodengeleitet und selbst‚ndig [zu bew‚ltigen].‹ (KMK „…•“a, S. ‡) Damit ist es oŽensichtlich, dass es keine Musterl•sung f€r ein Problem mehr geben wird, die als die einzig Richtige bezeichnet werden kann. Es wird viele verschiedene, in Reihenfolge oder Ansatz unterschiedliche Wege geben, ein Problem anzugehen und zu l•sen. Ziel eines guten, die Handlungskompetenz f•rdernden Unterrichts muss es daher sein, nicht nur verschiedene L•sungen zuzulassen, sondern zudem deren Entstehung zu f•rdern. Dazu m€ssen den Lernenden Gelegenheiten gegeben werden, eigene L•sungen zu ‰nden und unterschiedliche L•sungsans‚tze zu diskutieren. Es ist gew€nscht und sogar ein herausragendes Ergebnis, wenn dabei auch L•sungen entstehen, die von der Lehrkraft bisher noch nicht bedacht wurden. Bisher g‚ngige Software, insbesondere die gamebasierten Apps, k•nnen dies nicht leisten. Sie k•nnen nur €berpr€fen, ob die gew€nschte L•sung (exakt) wiedergegeben wird. Ergebnisvarianten k•nnen von der Software nur so weit ber€cksichtigt werden, als sie in der Programmierung vorgesehen wurden. Dies ist † wie am Beispiel von Hot Potatoes gezeigt † sehr aufwendig.

Konzept fŒr …smartes Lernen† im CAD-Unterricht

Da dessen ungeachtet dem Wunsch nach Šsmartem Unterricht‹ und der Anwendung von Computern im Kontext Schule nachgekommen werden soll, entstand an der St‚dt. Berufsschule f€r Fertigungstechnik in M€nchen als Universit‚tsschule in Zusammenarbeit mit der Technischen Universit‚t M€nchen eine Masterarbeit (vgl. Krause „…•µ), bei der M•glichkeiten entwickelt wurden, mithilfe eines CAD-Systems (hier: SolidWorks) die Kenntnisse des technischen Zeichnens zu vertiefen und zu verbessern. Konkret wurde dies am Lernfeld ž des Rahmenlehrplans f€r den Ausbildungsberuf Industriemechaniker/Industriemechanikerin (vgl. KMK „…•“a, S. •) sowie des Lernfelds “ des Rahmenlehrplans f€r den Ausbildungsberuf Zerspanungsmechaniker/Zerspanungsmechanikerin (vgl. KMK „…•“b, S. µ) durchgef€hrt.

Ziel war es, eine Baugruppe als Handlungstr‚ger zu entwickeln, die sich f€r eine anschlieƒende Fertigung mit numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen

…Smartes Lernen†‚…Lernen Š.ƒ† ‚oder einfach nur …Programmiertes Lernen ‚reloaded†

AÉÙ›š—˜ LÖÉÙÉš›, AÉÉ—-LÖ˜— K›—Õ˜š

Abstract

BegriŽe wie Šsmartes Lernen‹, Šdigitale Bildung‹ oder ŠLernen ‡.…‹ haben derz Hochkonjunktur. In diesem Kontext ‰nden sich im Internet zahlreiche kostenfrei verf€gbare Tools zur Erstellung von Lernarrangements. Zumeist verf€gen diese Anwendungen nur €ber ein begrenztes Potenzial, die Aneignung von beruˆicher Handlungskompetenz ad‚quat zu f•rdern, sodass ihr Einsatz im und auƒerhalb des berufsschulischen Unterrichts nur bedingt zielf€hrend erscheint. Zur Realisierung eines passgenauen Šsmarten Unterrichts‹ und der Anwendung von Computern im Unterricht wurde an der St‚dt. Berufsschule f€r Fertigungstechnik in M€nchen als Universit‚tsschule in Zusammenarbeit mit der Technischen Universit‚t M€nchen eine Unterrichtssequenz entwickelt, bei der f€r die Lernenden M•glichkeiten bestehen, mithilfe eines CAD-Systems (hier: SolidWorks) die Kenntnisse des technischen Zeichnens zu vertiefen und zu verbessern. Die ausgew‚hlte Methode gibt den Sch€lerinnen und Sch€lern die Freiheit, eigene L•sungswege zu entwickeln. Dabei k•nnen die Lernenden auf unterschiedliche Hilfsmittel zur€ckgreifen.

Terms such as "smart learning", "digital education" or "learning ‡.…" are currently booming. In this context, numerous free tools for creating learning arrangements can be found on the Internet. In most cases, these applications have only limited potential to adequately promote the acquisition of vocational action competence, sc that their use in and outside vocational school teaching only appears to be of limited use. In order to implement "smart teaching" and the use of computers in the classroom, a project was carried out at the Vocational School for Manufacturing Technology in Munich as a university school in cooperation with the Technical University of Munich, in which learners have the opportunity to deepen and improve their knowledge of technical drawing with the help of a CAD system (here: SolidWorks). The selected method gives the pupils the freedom to develop their own solutions. The learners can fall back on diŽerent aids.

Category	Australia	Brazil
Positive incentives	• Renewable Energy Target (Nat) • NSW Biofuels Act (Reg – NSW only) • Excise tax rebates for ethanol and biodiesel biofuels (Nat) • Feed-in tariffs for bioelectricity (Reg – Victoria only) • Tax breaks for plantation establishment (Nat) • Grants for revegetation activities (Nat and Reg) • Sequestration credits under Emissions Reduction Fund (Nat) • Biodiversity offset trading (Reg – NSW only) • Overseas bioenergy support creating potential export markets (Int) – e.g. EU RED, US RFS • Laws protecting property rights (Nat and Reg)	• Mandated use of ethanol and biodiesel for transport (Nat) • Auction approach to funding new renewable electricity generation (Nat) • Fuel tax reductions/exemptions for ethanol and biodiesel – including greater reductions for “social fuel” (Nat) • Grants for restoration activities – e.g. World Bank, GEF (Nat, Reg and Int) • Sequestration credits under Clean Development Mechanism (Int) • Overseas bioenergy support creating potential export markets (Int) – e.g. EU RED, US RFS • Laws protecting property rights (Nat and Reg) • Access to agricultural credit for compliance with Forest Code (Nat)
Negative incentives	• Vegetation clearing laws (Reg) • Land use planning rules on plantations and forestry activities (Reg) • Industrial relations laws (Nat and Reg) • Restrictions on certain plantations earning carbon credits under Emissions Reduction Fund (Nat) • Renewable Energy Target restrictions on using native forest biomass (Nat) • Sustainability standards (Int) – e.g. EU RED,RSB, FSC, SAN	• Forest Code requiring forested land to be retained (Nat) • $JURHFRORJLFDO]RQLQJ VSHFLÀF WR • Industrial relations laws (Nat and Reg) • Restricting access to agricultural credit in areas of high deforestation (Nat) • Sustainability standards (Int) – e.g. EU RED,RSB, FSC, SAN • Supply-chain agreements to prevent deforestation – e.g. “Soy Moratorium” (Nat and Int)

oder Computern (im Sinne von Bring Your Own Device: BYOD) online in einer gesonderten App oder im Internetbrowser.

Aus der Funktion „Konstruktion eines Multiple-Choice-Tests“ ergibt sich, dass mit Kahoot! nur Antworten auf eine Frage mit „richtig“ oder „falsch“ gewertet werden können. Diese geschlossene Fragestellung eignet sich, wenn Fachbegriffe oder der Wortschatz in Fremdsprachen gelernt und/oder geprüft werden sollen. Die Anwendungen machen Spaß und wirken durch den kompetitiven Charakter recht motivierend. Zudem haben sie – wenigstens bei sparsamer Nutzung – einen „Neuigkeitswert“ für die Schüler:innen. Die große Gefahr besteht aus Sicht der Autoren aber darin, dass Lerninhalte mit Blick auf die Abprüfbarkeit durch Kahoot! derart ausgewählt oder sogar generiert werden, dass sie „Multiple-Choice-fähig“ sind. Der Beitrag des Unterrichts zur Handlungs- und Problemlösefähigkeit steht dann nicht mehr als unterrichtssteuernder Faktor im Vordergrund. Dies wird vielfach bereits als „Kahootisierung des Unterrichts“ gebrandmarkt.

Hot Potatoes

Seit nunmehr zehn Jahren gibt es das Autorenwerkzeug „Hot Potatoes“ als Freeware für Lehrkräfte.” Damit lassen sich fünf verschiedene Formen von Lernarrangements erstellen: Kreuzworträtsel, Zuordnungsübungen, Multiple-Choice-Abfragen, Schüttelsatzübungen und Lückentexte. Die Ergebnisse werden als HTML-Seite mit Javascript ausgegeben. Diese Dateien lassen sich in eigene Lernplattformen wie Moodle oder Fronter einfügen. Da Javascript jedoch als potenzielles Sicherheitsrisiko eingestuft wird, ist es in vielen Browsern deaktiviert. Damit ist es auf den entsprechenden Rechnern nicht mehr bzw. nicht einfach nutzbar und stellt somit eine Barriere für die Nutzung dar. Das bereits in Bezug auf Kahoot! über Gefahren und Einsatzmöglichkeiten Ausgeführte gilt zunächst auch für Hot Potatoes. Mit der Lückentext-Funktion ist es möglich, Kontrollmöglichkeiten für (Fach-) Rechenaufgaben zu programmieren. Das Problem dabei ist, dass die zulässigen Lücken – also die Lösungen der Rechenaufgaben – als Zeichenkette programmiert werden. Der Rechner kann somit nicht erkennen, ob Leerzeichen notwendig sind und kann Ergebnisse nicht unter den verschiedenen Einheiten umrechnen. Daher ist es notwendig, Antwortmöglichkeiten in verschiedenen Einheiten und mit oder ohne Leerzeichen zwischen Zahlenwert und Einheit vorzusehen (Abb. •). Dies macht die Programmierung sehr aufwendig.

”

Anforderungen in groƒm Umfang Rechnung getragen wird: Die Lernfelder sehen eine ausgeprgte Prozess- und K undenauftragsorientierung vor. Ebenso werden groƒ Anteile eigenstndiger Entwicklung und Konstruktion von Bauteilen und Baugruppen gefordert und auch die Arbeit im Team sowie die Prsentation von Arbeitsergebnissen werden im Lehrplan explizit aufgef€rt.

Die Herausforderung besteht folglich darin, die genannten Prinzipien bei der Entwicklung von Lernsituationen umzusetzen. Daher soll abschlieƒnd eine Lernsituation f€ Technische Produktdesigner:innen zur Konstruktion einer Stiftebox exemplarisch anhand einer Makroplanung (Abb. ž) vorgestellt werden. Die Lernsituation umfasst zw•lf Unterrichtsstunden und ist dem Lernfeld ž Šauteile aus metallischen WerkstoŽen unter Ber€ksichtigung von Umformverfahren im Kontext von Baugruppen entwickeln‹zuzuordnen.

In der Lernsituation erarbeiten die Lernenden in der ersten Unterrichtseinheit die Schritte des Konstruktionsprozesses, vergleichen den Prozess mit ihren betrieblichen Erfahrungen und €ertragen ihn auf die Konstruktion dieser Stiftebox. Sie erstellen einen Zeitplan, auf dem die weiteren Aufgabenstellungen aufbauen. Der Ablauf der Makrosequenz ist demnach auch abhngig von den Ergebnissen dieser ersten Unterrichtseinheit. In Abbildung ž ist der exemplarische Ablauf dargestellt, wie er in einer Berufsschulklasse im Schuljahr „…•µ/„…•Ÿ von der Autorin selbst entwickelt und durchgef€rt wurde. In der zweiten Unterrichtseinheit (./‡. Stunde) erstellen die Lernenden entsprechend dieser Ablaufplanung eine strukturierte Anforderungsliste und unterteilen diese in W€sche und Forderungen. Sie erarbeiten, wie diese Angaben zur Bewertung von Varianten genutzt werden k•nnen. In der folgenden Unterrichtseinheit (ž./µ. Stunde) erstellen sie in Gruppen verschiedene Konzeptvarianten und whlen eine Vorzugsl•sung aus. Dabei beachten sie die Gestaltungsregeln f€ Tiefziehteile. In der siebten und achten Stunde der Makrosequenz vergleichen die Lernenden die zur Verf€ung stehenden WerkstoŽe hinsichtlich ihrer technologischen, •kologischen und wirtschaftlichen Eigenschaften und whlen einen WerkstoŽ aus. In der folgenden Unterrichtseinheit (Œ./•…. Stunde) stellen sie ihren Konstruktionsentwurf als vollstndig bemaƒe Skizze fertig, f€ren eine Beurteilung verschiedener Entw€fe hinsichtlich des Fertigungsaufwandes durch und erarbeiten Optimierungsm•glichkeiten. Schlieƒich bewerten die Lernenden in der elften und zw•lften Unterrichtsstunde die optimierten Konstruktionsentw€fe, erstellen einen D-Datensatz sowie eine Gesamtzeichnung und ggf. Einzelteilzeichnungen und eine St€kliste.

Zusammengefasst wird ein umfassender Entwicklungsprozess abgebildet, in dem die Lernenden in Teamarbeit Ideen entwickeln, prsentieren, reˆektieren und Auswahlentscheidungen treŽen. Das selbststndige Arbeiten wird bef•rdert, gleichzeitig fungiert die Lehrkraft als Berater:in und Moderator:in. Erst zum Abschluss der Lernsituation wird die Konstruktionsdokumentation erforderlich. Dieser am besten automatisierbaren Teil nimmt in dieser Lernsituation den geringsten Raum ein.

The two case studies are reviewed side-by-side throughout this chapter, using an abbreviated version of a sustainability policy framework developed by Stephen Dovers (Figure 9.1). Dovers' framework has four stages: problem-framing, policy-framing, policy implementation and policy monitoring and evaluation (Dovers, 2005). These stages are not strictly linear and the framework features an overarching set of general elements that must be considered as each stage is revisited in an adaptive manner. This chapter lies primarily within stage 4 (policy evaluation), but involves key elements of the earlier stages such as analysing the existing policy environment (stage 1), identifying goals (stage 2) and selecting new policy options or modifications (stage 3). Consideration is also given to how the recommended policy options could be rolled out and what monitoring and review mechanisms are required to ensure that policies are applied in an adaptive fashion.

The main focus of this chapter is on providing advice for policy-makers. However, it necessarily considers actions that could be undertaken by other stakeholders such as landholders, processors, energy suppliers, consumers, investors and non-government organisations (NGOs) to generate the knowledge, technologies, resources and experience necessary for the development of sustainable energy cropping systems. The creation of a suitable policy environment is a critical element in enabling these stakeholders to perform the various roles needed within a sustainable energy cropping industry.

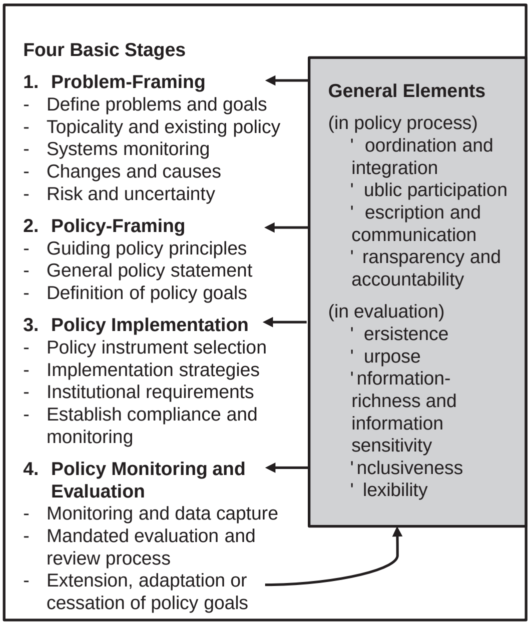

Figure 9.1 Sustainability policy framework from Dovers (2005)

Von Technischen Produktdesigner:innen wird heute in den meisten Unternehmen nicht nur das rechnergest€zte Z eichnen, sondern unter anderem auch das selbststņdige Entwerfen und Konstruieren sowie das Prşentieren der Ergebnisse erwartet. Dazu ist sowohl team- und prozessorientiertes als auch planendes Arbeiten wichtig und auch die Kommunikation in englischer Sprache ist oftmals erforderlich. Dadurch deutet sich bereits eine sichtbare Entwicklung in den Arbeitsprozessen und Aufgaben technischer Produktdesigner:innen an: Grob gesagt werden Entwicklungs- und Konstruktionsprozesse sowie Interaktionen und Kommunikation zunehmend bedeutender.

Dieser Gedanke soll im Folgenden weitergef€rt werden. Dazu wird ein Szenario f€ den Beruf der Technischen Produktdesigner:innen im Kontext von Industrie . und K€stlicher Intelligenz skizziert.

Š Szenario zur weiteren Entwicklung

Die Industrie . mit der umfassenden Vernetzung von Ressourcen, Informationen, Objekten und Menschen verņdert Mŗkte, Unternehmen und Prozesse tiefgreifend. *Zwangslug* hat dies auch Auswirkungen auf *beruiche Ttigkeitsprole* und Berufsbilder. Die *BIBB-IAB-Qualikations-* und Berufsfeldprojektionen prognostizieren unter der Annahme einer Šollstņdig digitalisierten Arbeitswelt‹(Wolter, M•nig, Hummel u. a. , S.), dass bis knapp , Millionen neue Arbeitsplţze entstehen und gleichzeitig etwas mehr als , Mio. Arbeitsplţze wegfallen k•nnten (vgl. ebenda). Grundsţzlich verlieren Berufe mit einer hohen Wahrscheinlichkeit der Ersetzbarkeit durch k€stliche Intelligenz. Ersetzt werden k•nnen vor allem repetitive, lineare, vorstrukturierte und routinisierte Tţigkeiten, wħrend als schwer ersetzbar solche Tţigkeiten gelten, die durch soziale Intelligenz, kreative Intelligenz, Unwgbarkeiten, *huge* Prozessverņderungen oder komplexe Entscheidungssituationen geprgt sind (vgl. Ittermann & Niehaus, S. f.; *Pfeier* & Suphan “, S. .).

Der sogenannte Job-Futuromat †eine onlinebasierte Anwendung des Instituts f€ Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) †zeigt die Ersetzungswahrscheinlichkeit *beruicher* Tţigkeiten durch K€stliche Intelligenz auf, im Fall der Technischen Produktdesigner:innen der Fachrichtung Maschinen- und Anlagenkonstruktion wird eine hohe Ersetzungswahrscheinlichkeit prognostiziert (vgl. IAB , Abb.): Es werden zehn Tţigkeiten angenommen, von denen nur zwei als nicht ersetzbar gelten, und zwar die Detailkonstruktion und die Konstruktion. F€ die Tţigkeiten CAD-Anwendung, Funktionsplņe, Montageplņe und St€klisten anfertigen, technisches Zeichnen, Bemaƒn, Berechnen sowie Maschinentechnik wird eine Ersetzbarkeit durch K€stliche Intelligenz vorhergesagt. Kritisch ist zu dieser Gesamteinschţzung einzuwenden, dass die Konstruktionstţigkeiten mittlerweile einen sehr hohen Stellenwert haben und dass immer wichtigere Tţigkeiten wie Prşentieren und Kommunizieren mit den Schnittstellen im Unternehmen hier gar nicht erst auftauchen. Dennoch lşst sich aus dieser Prognose ableiten, dass die urspr€g-

weak governance in Indonesia and its destructive policies regarding plantation development, Friends of the Earth does not support the use in the UK of palm oil as a biofuel or for use as biomass for electricity production" (Friends of the Earth UK, 2006, p. 4). Again, there is a differentiation between two sets of products produced from the same land in the same manner, with one set of products (food and household products) being seen as potentially sustainable if certified, while another set of products (biofuels and electricity) are seen as incapable of ever being produced in a sustainable manner.

A common thread in the three examples above is a concern about the potential scale of bioenergy use. In cases where bioenergy threatens to dramatically increase the scale of land or resource use in a way that no other product does, it may indeed be appropriate to create bioenergy-specific regulations to prevent this runaway growth. However, this book has highlighted a number of examples where the size of the threat that bioenergy is seen to pose is disproportionate to its actual share of land or resource use. For example, while the amount of palm oil imported into the EU for bioenergy has shown rapid growth, its overall level of use for energy remains much lower than for food and cosmetics (Gerasimchuk and Koh, 2013). Similarly, while biofuels have been singled out as the leading cause of large-scale land transactions by the International Land Coalition (Anseeuw et al., 2012), the ILC's own Land Matrix shows that most transactions are in fact for food crops (Chapter 6). Also, the analysis by Langeveld et al. (2013) cited in Chapter 5 showed how activities such as urbanisation, mining and infrastructure development can play a greater role in the conversion of agricultural land than biofuels.

Apart from its rate of growth, two other key reasons that bioenergy may attract a disproportionate amount of attention from certain stakeholders are incumbency and perceived value. Bioenergy is often seen as a new option for both energy provision and land use – and this is at least partly true of modern bioenergy in the form of electricity or transport fuel (but certainly not for traditional use of biomass for cooking and heating). At any rate, the perceived newness of bioenergy can result in it being held up to a higher level of scrutiny than incumbent energy sources and land uses. Although there is widespread recognition of the impacts that can result from dominant forms of energy such as coal and oil, as well as from dominant land uses such as agriculture and forestry, it is much easier to impose restrictive measures on an industry that is not yet widespread than on one that involves a vast array of well-established vested interests.

A perception that bioenergy has a low societal value relative to other products may be another factor leading to it being targeted for restrictive measures. This is most apparent in the "food vs fuel" debate discussed in Chapter 5, including proposals to ban further expansion of energy crops or restrict them to "idle land". The question of which land use best meets human needs is indeed a valid sustainability consideration, with the Brundtland definition of sustainable development cited in Chapter 1 making it clear that we must consider how different actions help to meet the needs of present and future generations.

Schwerpunkt dieses Ausbildungsberufs dar. F€ diese Arbeiten sind sowohl das Beurteilen von Fertigungs-, Montage- und F€geverfahren sowie der Umgang mit WerkstoŽnormen erforderlich. Zu den Aufgaben der Technischen Produktdesigner:innen z‚hlt weiterhin die Durchf€hrung von Berechnungen und Simulationen, das Recherchieren und Strukturieren von Daten sowie das Verwalten, Sichern und Pˆegen der Dateien.

Abbildung ,: Genese der zeichnerischen Berufe im Fachbereich Metalltechnik (SchlŽmer ‰€)•„ S.

In den Folgejahren zeigten ordnungspolitische Analysen des Bundesinstituts f€ Berufsbildung (BIBB) einen so hohen ‘berarbeitungsbedarf f€ die Technischen Zeichner:innen und zugleich weite ‘berschneidungen mit den Technischen Produktdesignerinnen und -designern auf, sodass eine Neuordnung beider Berufsbilder erforderlich wurde (vgl. Schl•mer „…•ž, S. ŒŽ.). „…•• wurde daher das Berufsbild Technischer Zeichner bzw. Technische Zeichnerin abgeschaŽt. Es ging €ber in das neu geordnete Berufsbild Technischer Produktdesigner/Technische Produktdesignerin mit den Fachrichtungen Produktgestaltung und -konstruktion und Maschinen- und Anlagenkonstruktion und in das neu geschaŽene Berufsbild Technischer Systemplaner/Technische Systemplanerin mit den Fachrichtungen Versorgungs- und Ausr€tungstechnik, Stahl- und Metallbautechnik sowie Elektrotechnische Systeme (Abb.„). Die beiden Berufsausbildungen sind im ersten Ausbildungsjahr durch gemeinsame Ausbildungsinhalte miteinander verbunden und wurden in ihrer Ausbildungsdauer an den ehemaligen Beruf Technischer Zeichner/Technische Zeichnerin mit ,ž Jahren angepasst. Die beruˆichen F‚higkeiten sind weitestgehend vergleichbar mit denen der Technischen Produktdesigner:innen in der Fassung von „……ž bis „…••, wobei nun die beiden genannten Fachrichtungen eine Spezialisierung erm•glichen.

Abbildung ‡: *bersicht der Neuordnung der Berufe ¥‰Schlmer ¥‰ ‡*

Festzuhalten ist, dass seit den frhen •ŒŒ…er Jahren einschneidende Neuordnungen in den zeichnerischen Berufen der Metalltechnik zu verzeichnen sind, mit denen der technologische und arbeitsorganisatorische Wandel explizit Bercksichtigung in den Berufsbildungsstrukturen findet (vgl. hierzu auch Ahrens & Spttl „…•“, S. •ŸŸff.). Die Auswirkungen der Digitalisierung auf die aktuellen Arbeitsprozesse Technischer Produktdesigner:innen werden im Folgenden auf Grundlage der Ergebnisse von Arbeitsprozessanalysen aus den Jahren „…• und „…•‡ analysiert. Zunchst werden diesbezglich die Methodik und anschlieend die Durchfhrung sowie die Analyseergebnisse vorgestellt.

‰ Auswirkungen der Digitalisierung auf die aktuellen Arbeitsprozesse Technischer Produktdesigner:innen

‰., Methodik der Arbeitsprozessanalysen

Bei Arbeitsprozessanalysen (vgl. hierzu grundlegend Becker „…… , S. µ…; Becker „……µa, S…•Ž.; Becker „……µbµ„ŠŒŽ.; Becker & Spttl „……“, S…žŽ.) handelt sich um eine berufswissenschaftliche Erhebungsmethodik, mit der sich Kernarbeitsprozesse, Arbeitsinhalte und Kompetenzanforderungen erheben lassen. Arbeitsprozessanalysen ermglichen eine sehr detaillierte Modellierung und Analyse beruˆicher Ttigkeiten. Damit knnten sie einem grundlegenden Problem der Analyse zu Auswirkungen von Digitalisierung in Beruf und Arbeit entgegenwirken, das mit PfeiŽer und Suphan („…•“, S. „“…) in den šwenig diŽerenzierten Abfragen‹und den daraus resultierenden šgroben Ttigkeitsbeschreibungen‹zur Arbeit ‡.… liegt.

Wichtiges Merkmal der Arbeitsprozessanalysen ist eine Kopplung von systematischer Arbeitsbeobachtung und halbstrukturierten Fachinterviews (vgl. im Folgenden Schlmer „…•ž, S. „žŽ.). Die Arbeitsbeobachtung dient dabei der Erfassung und Analyse von Merkmalen beruˆicher Handlungskompetenz, wobei die Interpretation,

also die Sinndeutung der beobachteten Handlungen, jedoch subjektiv bleibt. Eine m•glichst gro¢ Objektivierung ist am besten zu erzielen, wenn die beobachtende Person bereits w‚hrend der Beobachtung die Handlungen interpretiert, die eigenen Interpretationen hinterfragt und sie von der beobachteten Person Œberprfen l‚sst. Daher wird die Methode der Arbeitsbeobachtung bei den Arbeitsprozessanalysen mit der Methode des Fachinterviews kombiniert (Abb.). Diese Fachinterviews dienen der Ermittlung von Expertenwissen und werden deshalb auch als ŠExperteninterviews‹ oder ŠExpertengespr‚che‹ bezeichnet. Beim Expertengespr‚ch werden die befragten Mitarbeiter:innen als Expertinnen und Experten ihres beruˆichen Handelns betrachtet. Im Vordergrund steht die Reˆexion der Arbeitsinhalte, Quali‰kationsanforderungen und Kompetenzen.

Abbildung ‰: Kopplung von Arbeitsbeobachtung und Fachinterview im Rahmen von Arbeitsprozessanalysen (Becker ‰‡‡„, S..‡)

‰.‡ DurchfŒhrung der Arbeitsprozessanalysen

Die hier diskutierten Ergebnisse der Arbeitsprozessanalysen wurden in fŒnf Unternehmen in den Jahren „…• und „…•‡ durchgefŒhrt (vgl. im Folgenden Schl•mer „…•ž, S„µ f.). Die Stichprobe wurde gezielt gew‚hlt, indem umfassende Informationen zu den Unternehmen eingeholt wurden. Damit konnte gew‚hrleistet werden, dass exemplarische und repr‚sentative Arbeitsprozesse von Technischen Produktdesignerinnen und -designern der Fachrichtung Maschinen- und Anlagenkonstruktion erhoben wurden. Dabei sollten Unternehmen aus verschiedenen Branchen mit unterschiedlicher Gr¢ einbezogen werden, um ggf. daraus resultierende Unterschiede in deren Arbeitsprozessen abzudecken. Tabelle • zeigt eine ‘bersicht der ausgew‚hlten Unternehmen.

Tabelle ,: Œbersicht der ausgew•hlten Unternehmen (SchlŽmer ‰‡‰‰, S)

, Einleitung

Mit Einf€hrung der ersten Systeme einer computergest€tzten Konstruktion bzw. eines Computer-Aided-Designs (CAD) gegen Ende der •ŒŸ…er Jahre, zun,chst in der Luft- und Raumfahrt und kurze Zeit sp,ter in der Automobilbranche, haben sich die Produktentwicklung und industrielle Konstruktion im Maschinenbau tief greifend ver,ndert. Die anf,nglich teuren und gleichzeitig langsamen sowie schwer zu bedienenden Systeme haben sich zu erschwinglichen, anwenderfreundlichen und leistungsstarken Systeml•sungen entwickelt, mit denen sich die Konstruktions- und Leistungserstellungsprozesse e•zienter, kosteng€nstiger, dynamischer und besser planbar gestalten lassen (vgl. Grieb „…•..•,ŸSŽ.; Hehenberger „…••, SŽ.). Folglich werden Produkte im Bereich der Metalltechnik heute weitestgehend virtuell entwickelt, wobei von der Ideen‰ndung €ber Konzeption, Entwicklung, Konstruktion und Simulation bis hin zur Fertigung alle Schritte mit integrierten Softwarel•sungen digital vollzogen werden k•nnen.

Mit diesem technologischen Wandel ergeben sich erhebliche Konsequenzen f€r Beruf und Arbeit: ŠDie besondere Herausforderung liegt vor allem bei den Mitarbeitern in Planung und Konstruktion, denn f€r sie ,ndert sich sehr viel bei ihrer Zusammenarbeit und den Werkzeugen, mit denen sie arbeiten‹ (Mohr „……ž,ŸS•). Exemplarisch l,sst sich dies f€r die Ausbildung zum Technischen Zeichner bzw. zur Technischen Zeichnerin skizzieren, die durch die Einf€hrung und st,ndige Fortentwicklung der rechnergest€tzten Zeichnung eine fortw,hrende Ver,nderung erfuhr (vgl. Schlausch „…•…, µŒ€Ÿ). Im Jahr „…•• wurde die Berufsbezeichnung abgeschaŽt und durch den bereits seit „……ž bestehenden und „…•• neugeordneten Beruf der Technischen Produktdesigner:innen sowie den neuen Beruf der Technischen Systemplaner:innen abgel•st. Folglich kann angenommen werden, dass sich die curricularen Rahmenbedingungen der zeichnerischen Berufe im Hinblick auf die Digitalisierung bereits auf einem vergleichsweisen aktuellen Stand be‰nden. Gleichwohl sind auch k€nftig weitere Umw,lzungen in Bezug auf das Berufsbild zu erwarten, insbesondere im Zuge der Einf€hrung von k€nstlicher Intelligenz und vernetzten Systemen einer Industrie ‡..(vgl. Hirsch-Kreinsen „…•“, S•Ÿ.). Eine zentrale Herausforderung besteht folglich darin, die gegenw,rtigen und zuk€nftigen Technologieentwicklungen zu analysieren, um sie in Unterricht und Unterrichtsentwicklung miteinzubeziehen, und zwar auch unabh,ngig von der Aktualit,t curricularer Vorgaben. Im Beitrag sollen daher im Hinblick auf die Ausbildung von Technischen Produktdesigner:innen der Fachrichtung Maschinen- und Anlagenkonstruktion erste Antworten zu den folgenden zwei Fragenkomplexen entwickelt werden.

•. Welche Auswirkungen hat die Digitalisierung auf den Ausbildungsberuf zum/zur Technischen Produktdesigner:in, Fachrichtung Maschinen- und Anlagenkonstruktion, insbesondere im Hinblick auf zu erwartende Substitutionen beruˆicher T,tigkeiten durch k€nstliche Intelligenz? Welche beruˆichen T,tigkeiten und darin enthaltenen Arbeitsprozesse und beruˆichen Aufgaben sind im Kontext von Digitalisierung als Šzukunftssicher‹ zu bezeichnen und sollten im berufsbezogenen Unterricht als Referenz herangezogen werden?

Technology change	‡ Research and development into advanced biofuels (Chapter 1) ‡ Double-counting of advanced biofuels under EU RED to promote their development (Chapter 2) ‡ Progressive increase in percentage greenhouse gas saving required from biofuels under US Renewable Fuel Standard (Chapter 2) ‡ Cost reductions brought about through "learning by doing" in supported industries, such as US corn ethanol (Chapter 7)
Knowledge and values gathering	‡ Greenhouse gas life cycle assessment (LCA) under EU and US biofuel mandates (Chapter 2) ‡ Debates around whether to include indirect land use change in greenhouse gas assessment of biofuels (Chapter 2) ‡ Research into which policy measures have been most effective in slowing deforestation in Brazil (Chapter 3) ‡ 5HVHDUFK LQWR HQYLURQPHQWDO EHQHÀWV DQG FRVWV RI SHUHQQLDO HQHUJ\ FURSV (Chapter 4) ‡ Debates around the value of "food versus fuel" and research into land availability (Chapter 5) ‡ Social analysis to determine community perspectives and preferences regarding energy crop expansion (Chapter 6)
Broader institutional reforms	‡ (8 GHFLVLRQ WR HQGRUVH RWKHU VXVWDLQDELOLW\ FHUWLÀFDWLRQ VFKH directly (Chapter 2) ‡ Enhancing security of tenure to provide incentives for long-term management (Chapter 6) ‡ Enhancing the role of Brazil's state-owned oil company in overcoming barriers to landholder participation in biodiesel production (Chapter 6) ‡ Removal of perverse incentives, such as the incentive for Indonesian palm oil companies to focus on forested areas to avoid land rights negotiations (Chapter 6)
No action	‡ EU decision not to impose sustainability criteria on solid and gaseous forms of bioenergy due to perceived lower risk (Chapter 2) ‡ Decision by UK Government not to restrict biofuel production to "idle land" as proposed by the Gallagher Review (Chapter 5)

Part IV

Moving forward

Meyer, R. („…•“). Beruˆichkeit in Zeiten der Akademisierung. Denk-doch-Mal.de (Online-Zeitschrift) (•). Verfügbar unter http://denk-doch-mal.de/wp/rita-meyer-beruˆichkeit-in-zeiten-der-akademisierung/ (ZugriŽ am „Ÿ.…µ.„…•Œ).

Precht, R. D. („…•“). J„ger, Hirten, Kritiker. Eine Utopie f‚r die digitale Gesellschaft. München: Goldmann.

Spöttl, G. & Windelband, L. („…•Ÿ). Industrie ‡.… †Neugestaltung industrieller Prozesse und Konsequenzen für die Berufsausbildung. In G. Spöttl & L. Windelband (Hg.), Industrie †.•. Risiken und Chancen f‚r die Berufsbildung „Ž†.„‡…. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag.

Syska, A., Volkmer, R. & Felser, W. („…•µ). Industrie ‡.… †Fünf Irrtümer (sic!) und ein Bigger Picture! Verfügbar unter https://leanbase.de/publishing/leanmagazin/industrie-‡-…-funf-irrturmer-und-ein-bigger-pictur (ZugriŽ am …….Œ.„…•µ).

Tegmark, M. („…•Ÿ). Leben ….. Mensch sein im Zeitalter Künstlicher Intelligenz. Berlin: Ullstein.

Weber, E. („…•Ÿ). Digitalisierung als Herausforderung für eine Weiterbildungspolitik. Wirtschaftsdienst †Zeitschrift f‚r Wirtschaftspolitik „…•Ÿ (ž), ŸŠ„† Ÿ‡.

WEForum („…•µ). The Future of Jobs. Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution. Verfügbar unter http://www .weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf (ZugriŽ am „ ….ž.„…•“).

WEForum („…•“): The future of jobs report €•••. Unter Mitarbeit von T. A. Leopold, V. S. Ratcheva & S. Zahidi. Cologny/Geneva: World Economic Forum (Insight report). Verfügbar unter https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-„…•“ (ZugriŽ am „ ….Œ.„…•Œ).

Wößmann, L. („…•Œ). How Vocational and General Education A‘ect the Labor-Market Life-Cycle. European Expert Network on Economics of Education (EENEE) (POLICY BRI •/€••’). Verfügbar unter http://www.eenee.de/dms/EENEE/Policy_Briefs/Policy Brief•-„…•Œ.pdf (ZugriŽ am …….µ.„…•Œ).

Zika, G., Helmrich, R., Maier, T., Weber, E. & Wolter, M. I. („…•“). Arbeitsmarkte‘ekte der Digitalisierung bis €•Ž“: Regionale Branchenstruktur spielt eine wichtige Rolle. Nürnberg (IAB-Kurzbericht, …Œ/„…•“).

Zäh, M. F., Patron, C. & Fusch, T. („……). Die Digitale Fabrik. De‰nition und Handlungsfelder. ZWF (…), S.ŸžžŸŸ.

Pannell's *positive incentive* category includes a range of measures designed to promote actions that enhance sustainability, many of which fall under Dovers' market mechanisms category, such as subsidies, tax breaks, mandates and tradable credit schemes. *Negative incentives* are used to discourage actions that threaten sustainability and commonly involve regulatory responses (i.e. Dovers' categories of statute law, common law, conventions, covenants and self-regulation). However, this dichotomy (market-based = positive, regulatory = negative) is far from absolute, as market mechanisms can also feature negative incentives, such as fines, taxes or permits to pollute. Similarly, regulatory measures can be used to reinforce positive actions, such as the incentive that exists to manage land for long-term outcomes when property rights are secure under the law.

Pannell's category of *technology change* is suited to circumstances where no sustainable land use option exists that would be cost-effective for landholders to adopt or for governments to incentivise. This corresponds most closely to Dovers' research and development category, although there is also an important role for market mechanisms such as mandates and subsidies in helping new technologies to achieve commercialisation, as discussed in relation to US corn ethanol in Chapter 7. Where appropriate technologies already exist and financial incentives are not required to drive adoption, *extension* may be the most appropriate solution. Extension-based approaches cut across a number of Dovers' policy classes, including education and training, communication strategies, consultation and community involvement.

There are a number of categories in Dovers' framework that do not have a clear counterpart in that of Pannell. Some of these relate to situations where insufficient knowledge or conflicting viewpoints prevent policy-makers from making a clear choice between positive incentives, negative incentives, technology change, extension or no action. In such cases, efforts to assess impacts, improve communication and information flows, increase community participation and support new research may assist with the policy-making process. In other cases, there may be barriers to the effective delivery of incentives or other policy measures, creating a need for institutional change or the removal of other distorting policies.

Moving forward through this chapter and the next, a hybrid categorisation of policy instruments will be employed, featuring Pannell's five categories, plus an additional two categories that cover the policy classes from Dovers that are not well captured by Pannell's framework. These two additional categories are termed "knowledge and values gathering" (covering situations where further information and perspectives are required in order to make decisions) and "broader institutional reforms" (covering changes to institutions, organisations and other policy arrangements to ensure the smooth operation of selected policy measures).

Was ist zu tun?

Der Fokus in der Berufsausbildung sollte weiterhin auf Šbreite‹ Quali‰kationen gelegt werden. Dem Trend, pr,zisere Ausrichtungen in der Spezialisierung vorzunehmen und die Einzelinteressen einiger Unternehmen zu ber€cksichtigen, sollte nicht gefolgt werden. Ebenso ist die Entwicklung eines neuen Berufs ŠIndustrie ‡.…‹ nicht zweckm,ƒig (vgl. Sp•ttl & Windelband „…•Ÿ). Viel wichtiger ist es hingegen, dass die Sch€ler:innen lernen, mit vielf,ltigen Datenformaten umzugehen. Auf diese Weise k•nnen sie auf k€nftige digitale Anforderungen ˆexibel reagieren. Sie m€ssen dar€ber hinaus lernen, Prozesse nachvollziehen und kontrollieren zu k•nnen, um so vernetzte Arbeitsbereiche zu verstehen. In gleichem Maƒe werden Kooperation und Kommunikation Kompetenzen sein, die auch in Zukunft wichtig sein werden, um multidimensionale Aufgaben gemeinsam bew,ltigen zu k•nnen. Basis hierf€r ist auƒerdem die Interdisziplinarit,t (vgl. ebd.). Sie erleichtert dabei nicht nur die Verst,ndigung und das gemeinsame L•sen von Problemen, sondern auch m•glicherweise notwendige Arbeitsplatzwechsel.

In vielen Betrieben sind Bestandteile der Industrie ‡.… bereits implementiert (vgl. Sp•ttl & Windelband „…•Ÿ). Um zu pr€fen, welche Handlungsfelder der Metall- und Elektroberufe durch die Digitalisierung betroŽen sein k•nnten und deshalb in den Ausbildungsordnungen erg,nzt bzw. abge,ndert werden sollten, k•nnen neun generische Handlungsfelder verwendet werden, die in einer Studie f€r die bayerischen Metall- und Elektro-Arbeitgeber (vgl. bayme vbm „…•µ) identi‰ziert wurden. Die genannten Inhalte m€ssen, sofern sie nicht schon jetzt in den jeweiligen Curricula vorhanden sind, so bald wie m•glich aufgenommen werden.

F€r diese Ziele muss weiterhin in den Schulen Infrastruktur bereitgestellt werden. Damit die Sch€ler:innen den Umgang mit den unterschiedlichen Datenformaten erlernen k•nnen, sind f€r die entsprechenden Programme Rechner mit hoher Rechenleistung und hoher Speicherkapazit,t erforderlich. Um Software f€r den Erwerb dieser Kompetenzen in Lernsituationen zu verwenden, m€ssen wiederum die Lehrkr,fte ausgebildet sein. Nicht zu vergessen sind die Arbeitszeit, die f€r die BeschaŽung von und Einf€hrung in Software, die technische Betreuung, die Wartung und die Erneuerung der Ausstattung bereitzustellen ist, sowie die ben•tigten Mittel f€r Lizenzkosten. Es ist notwendig, Lehr-Lern-Arrangements zu konzipieren, was zeit- und dadurch kostenintensiv ist: Lern- und 'bungsaufgaben m€ssen formuliert, Kontextinformationen ausgearbeitet und Begleitmaterial, wie bspw. Programmdokumentationen, verfasst werden. Im Nachgang m€ssen die entwickelten Lehr-Lern-Arrangements evaluiert und €berarbeitet werden. Um digitale Anwendungen sinnvoll in Unterricht einbinden zu k•nnen, ist es zwingend erforderlich, eine medienp,dagogische Grundbildung in das Lehramtsstudium aufzunehmen, da diese nach wie vor in vielen Studieng,ngen der Lehrer:innenbildung nicht vorhanden ist. Zugleich ist eine medienp,dagogische Weiterbildung als phasen€bergreifendes Angebot der Lehrer:innenbildung sowie die Festschreibung des Aufbaus von Medienkompetenz in den Curricula der Unterrichtsf,cher geboten (vgl. Mansfeld „…•Œ).

Literatur

acatech † Deutsche Akademie der Technikwissenschaften („…••). Cyber-Physical Systems. Innovationsmotor f‚r Mobilit„t, Gesundheit, Energie und Produktion. Berlin, Heidelberg: Springer.

Arntz, M., Gregory, T., Lehmer, F., Matthes, B. & Zierahn, U. („…•µ). Arbeitswelt †.• † Stand der Digitalisierung in Deutschland. Dienstleister haben die Nase vorn. N€rnberg (IAB-Kurzbericht, „„/„…•µ). Verf€gbar unter http://doku.iab.de/kurzber/„…•µ/kb„„•µ.pdf (ZugriŽ am: …….µ.„…•Œ).

bayme vbm („…•µ). Industrie †.• ˆ Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie. M€nchen. Verf€gbar unter https://www.baymevbm.de/industrie‡…. (ZugriŽ am: •Ÿ.…ž.„…•“).

Becker, M., Sp•ttl, G. & Windelband, L. („…•Ÿ). Berufspro‰le f€r Industrie ‡…. weiterentwickeln. Erkenntnisse aus Deckungsanalysen am Beispiel des Ausbildungspro‰ls Mechatroniker/-in. BWP („), S.•‡†•“.

BMWi (Bundesministerium f€r Wirtschaft und Energie) („…•µ). Was ist Industrie †.•? Verf€gbar unter http://www.plattform-i‡….de/I‡…/Navigation/DE/Industrie‡…/WasIndustrie‡…/was-ist-industrie-‡….html (ZugriŽ am „„.•„.•µ).

Bornemann, S. („…•µ). Revolution auf Kommando? ˆ Industrie †.•, eine Kritik. Verf€gbar unter http://www.lead-conduct.de/„…•µ/… /…Ÿ/industrie-‡-…-eine-kritik/ (ZugriŽ am …….Œ.„…•µ).

Bosch, G. („…•µ). Ist die industrielle Ausbildung ein Auslaufmodell? Institut Arbeit und Quali‰kation. Duisburg (IAQ-Standpunkt, „…•µ†…•). Verf€gbar unter http://www.iaq.uni-due.de/iaq-standpunkte/„…•µ/sp„…•µ-…•.pdf (ZugriŽ am „Œ…. .„…•µ).

Bughin, J., Hazan, E., Lund, S., Dahlstr•m, P., Wiesinger, A. & Subramaniam, A. („…•“). Skill shift: Automation and the future of the workforce. Discussion Paper. Hg. v. McKinsey Global Institute. McKinsey & Company.

Bundesagentur f€r Arbeit („…•). KlassiŠkation der Berufe €••• † Systematisches Verzeichnis. Verf€gbar unter: https://statistik.arbeitsagentur.de/Statischer-Content/Grundlagen/Klassi‰kation-der-Berufe/KldB„…•…/Systematik-Verzeichnisse/Generische-Publikationen/Systematisches-Verzeichnis-Berufsbenennung.xls, zuletzt aktualisiert am „ž…Œ.„…• (ZugriŽ am „“….µ.„…•Œ).

Dengler, K. („…•Œ). Substituierbarkeitspotenziale von Berufen und Ver„nderbarkeit von Berufsbildern. Impulsvortrag f€r die Projektgruppe • der Enquete-Kommission ŠBeruˆiche Bildung in der digitalen Arbeitswelt‹ des Deutschen Bundestags am ••. .„…•Œ. Institut f€r Arbeitsmarkt- und Berufsforschung: N€rnberg (IAB-Stellungnahme, …„/„…•Œ).

Dengler, K. & Matthes, B. („…•ž). Folgen der Digitalisierung f‚r die Arbeitswelt. Substituierbarkeitspotenziale von Berufen in Deutschland. IAB Forschungsbericht. Institut f€r Arbeitsmarkt- und Berufsforschung: N€rnberg (IAB-Forschungsbericht, ••).

ligen Berufs (vgl. Dengler & Matthes). Demnach liegt das Substituierbarkeitspotenzial für das Berufsfeld Metallerzeugung, -bearbeitung bei “, %, das für Elektroberufe bei , %.

Um die Fortschritte der Digitalisierung und die Änderung der Berufsbilder zu berücksichtigen, wurden im Jahr nach dem gleichen Verfahren die Einschätzungen der Substituierbarkeitspotenziale aktualisiert (s. a. https://job-futuromat.iab.de) (vgl. Dengler & Matthes “a; Dengler). Es zeigt sich, dass das Substituierbarkeitspotenzial zwischen und für alle Anforderungsniveaus und in so gut wie allen Berufssegmenten zugenommen hat. Der Anteil der sozialversicherungs*pflichtig* Beschäftigten in einem Beruf mit erheblichem Substituierbarkeitspotenzial hat sich im selben Zeitraum von rund % (, Millionen) auf fast % (, Millionen) erhöht (vgl. Dengler , S. f.). Damit haben in „Deutschland [...] fast acht Millionen *sozialversicherungspflichtig* Beschäftigte in Berufen gearbeitet, in denen mindestens siebzig Prozent der anfallenden Tätigkeiten von Computern oder computergesteuerten Maschinen erledigt werden könnten" (Dengler & Matthes “ a, S.).

In den fertigungstechnischen Berufen • lag das Substituierbarkeitspotenzial am höchsten – sowohl im Jahr (%) als auch im Jahr (%) (vgl. Dengler). Den Anstieg des Substituierbarkeitspotenzials führen Dengler und Matthes (vgl. “b) hauptsächlich auf vier zwischen und marktreif gewordene Technologien zurück: mobile, kollaborative Roboter, selbstlernende Computerprogramme, erste Anwendungen von *D-Druck* und virtuelle Realität.

Hingegen sind in den Verkehrs- und Logistikberufen zwischen und die größten Veränderungen in Bezug auf das Substituierbarkeitspotenzial zu verzeichnen. Der Anteil der Tätigkeiten, die potenziell von Computern erledigt werden könnten, ist hier von % auf % gestiegen. Das liegt insbesondere an neuen Technologien der Logistik und Intralogistik, bei der Tätigkeiten, die bisher nur von Menschen ausgeführt werden konnten, nun von Robotern verrichtet werden (vgl. Dengler).

Verschiedene Autoren weisen darauf hin, dass Arbeitsplätze durch diese Veränderungen nicht unbedingt verloren gehen bzw. dass neue Arbeitsplätze durch die Digitalisierung und Industrie . *geschaffen* würden (bspw. Dengler ; Weber ; Zika, Helmrich, Maier u. a. “). Zika, Helmrich, Maier u. a. betonen z. B., dass durch die fortschreitende Digitalisierung zwar , Millionen Arbeitsplätze entfallen werden, zeitgleich jedoch annähernd in gleichem Maß daraus neue Jobs resultieren. Diesem Szenario muss jedoch entgegengesetzt werden, dass diese neu *geschaffenen* Arbeitsplätze für diejenigen, die ihre Arbeitsplätze verlieren, voraussichtlich kaum geeignet sind. Diese Arbeitskräfte müssten dann, um nicht arbeitslos zu werden, umschulen oder sich weiterbilden.

• Zu diesen gehören nach der Klassifikation der Berufe der Bundesagentur für Arbeit die Maschinen- und Fügetechnikberufe, die Mechatronik-, Energie- und Elektroberufe sowie die technischen Forschungs-, Entwicklungs-, Konstruktions- und Produktionssteuerungsberufe (vgl. Bundesagentur für Arbeit ‰‡•„).

with current prices by 2030 (Ecofys, 2013). If such forecasts are achieved, this could see a number of changes, including a decline in the use of first-generation feedstocks (as cellulosic biomass would offer a cheaper alternative), a switch in focus from electricity to liquid fuels for established crops such as willow and miscanthus, and the emergence of new cropping systems that are not viable at present. New multi-purpose cropping systems may also emerge, with some components being used for food or sent to bio-refineries for the extraction of high-value chemicals, while other components are used for energy.

The aforementioned study of cellulosic ethanol production in North America (Stephen et al., 2013) highlights the potential for new cropping systems to emerge in response to demand from cellulosic fuel producers. While that study showed that none of the options were competitive with prevailing ethanol prices, it also showed that it would be cheaper for North American producers to import short-rotation eucalypts from Brazil than to use locally grown willow or poplar. The costs of shipping biomass across the ocean were more than offset by the higher yields and lower harvesting costs of Brazilian eucalypts, with yields estimated to be 35–40 per cent higher than willow grown in Ontario and harvest costs estimated to be 35–40 per cent lower.

Eucalypt-based energy cropping systems in Australia are also yet to become commercially viable, but have been explored through a range of studies. Stucley et al. (2012) estimated the delivered costs (i.e. plant gate) of mallee eucalypt crops grown in a short rotation coppice (SRC) in Western Australia (WA) to be AU$53–70 (approx. US$40–53) per green tonne, including the costs of growing, harvesting and transporting the biomass, as well as the opportunity cost of the land. Analysis of six bioenergy options for the central west of New South Wales (Baumber, 2012) found that the production of briquettes or wood pellets, and possibly cellulosic ethanol, may be able to pay biomass prices in the range identified by Stucley et al. (Figure 7.3).

The wood pellet and briquette options that appear most viable in Figure 7.3 are likely to be small-scale and subject to price volatility and competition from other sources of biomass. For a larger-scale energy cropping industry to be developed, options such as electricity generation, cellulosic ethanol or renewable diesel are likely to be required, with cellulosic ethanol appearing to be the closest of these three options in Figure 7.3 to meeting the estimated costs of supplying biomass. However, analysis of mallee cropping by Baumber (2012) also found that the production costs for New South Wales were likely to be very different to those estimated by Stucley et al. (2012) for Western Australia. In NSW, a breakeven biomass price of around AU$90–100 rather than AU$53–70 was estimated to be required to cover the opportunity costs of taking the land out of wheat and sheep production.

The biggest factor in the different estimates for NSW and WA is the much lower mallee yields expected for the NSW central west compared to the southwest of WA. A complementary analysis (Baumber et al., 2012) showed that yields were likely to be higher if production was shifted to the higher-rainfall

Abbildungsverzeichnis

Abb. ‡ Kommunikationsvorg,nge an Maschine bzw. Anlage. . . . . †ƒ

Abb. ˆ Modellfabrik mit Computerarbeitspl,tzen . . . . €ˆ

Abb. ‰ Schema der Modellfabrik in ihrer aktuellen Gestalt mit reduzierten technisch-kommunikativen F,higkeiten zwischen den Stationen (W-LAN-unf,hig, unidirektionale Kommunikation) . . . . €ƒ

Abb. Š Kommunikation der Station I (Ein- und Ausg,nge) . . . . €†

Abb. ‹ Schema der linearen und W-LAN-f,higen Modellfabrik . . . . •‡‡

Abb. Œ Blockschema der Prozesse an Station I † geplante Ver,nderungen im Steuerungsprozess . . . . •‡•

Tabellenverzeichnis

Tab. ‡ Kompetenzerfordernisse f€r T,tigkeiten der Aufr€stung . . . . •‡‰

Chen and Khanna (2012) found that the reduction in processing costs in the US corn ethanol sector was mostly due to "learning by doing" within the industry rather than external factors such as technological breakthroughs made elsewhere or changes to the cost of energy or labour.

Processing costs for US corn ethanol have not declined substantially since 2005 and are highly dependent on the fluctuating prices of corn used as feedstock and natural gas used for processing. The US Energy Information Administration estimated that fixed processing costs for 2012 were US$0.35 per gallon (US$0.09 per litre), not including the cost of natural gas or corn (Energy Information Administration, 2012). The processing costs specifically attributable to ethanol can be lowered to US$0.07 per litre by accounting for the fact that ethanol only makes up around 75 per cent of the output from an ethanol plant (the other 25% being dried distillers grain used as animal feed). This 2012 figure of US$0.07 per litre is similar to the US$0.06 per litre (i.e. US$60 per m^3) for the non-energy processing costs shown in Figure 7.1 for 2005. Factoring in natural gas costs, corn costs and sales of dried distillers grain, the overall production cost for US corn ethanol was around US$2 per gallon (US$0.53 per litre) in early 2012 (Energy Information Administration, 2012), with the fluctuating cost of corn feedstock accounting for around two-thirds of the overall production costs.

Notwithstanding the levelling off of production costs in recent years, the success in reducing costs for the US corn ethanol industry from the 1980s to 2000s helped make it politically viable to introduce a blending mandate in 2006,

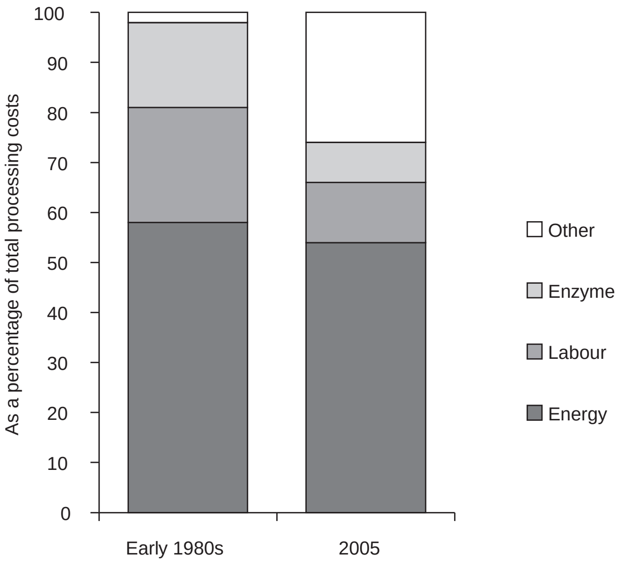

Figure 7.1 Processing costs for US corn ethanol for early 1980s and 2005

Source: Hettinga et al. (2009)

Note: Processing costs are measured in 2005 US dollars. 1 m^3 = 1000 litres.

Geh–rt das deutsche System der Berufsbildung bald …zum alten Eisen†

T—ÉŸ M—É˜Àš™Ù

Abstract

In der Debatte um die Folgen der Automatisierung und der Entwicklung der k€nstlichen Intelligenz (KI) und der Robotik wird das deutsche Berufsbildungssystem und hier insbesondere die industrielle Ausbildung infrage gestellt (vgl. Bosch „…•µ).

Rund ‡Ÿ% der Aufgaben bzw. T,tigkeiten im US-Arbeitsmarkt k•nnten nach einer Studie von Frey und Osborne (vgl. „…•Ÿ) bereits heute automatisiert werden. In Deutschland, insbesondere in den Berufsfeldern der Metallerzeugung und -bearbeitung, den Elektroberufen und bei den Industrie-, Werkzeugmechaniker:innen, liegt das Substituierbarkeitspotenzial laut Dengler und Matthes (vgl. „…•ž) mit Ÿ‡ bis ‘„ % noch weit h•her. Es ist davon auszugehen, dass T,tigkeiten mit sich h,u‰g wiederholenden oder sehr strukturierten Arbeiten in einer vorhersehbaren Umgebung voraussichtlich vollst,ndig automatisiert werden. Quali‰zieren wir f€r wegfallende Berufe?

In vielen L,ndern, wie bspw. den USA, gilt die duale Ausbildung als Vorbild und als wesentlich f€r den deutschen Wirtschaftserfolg, weshalb dort verst,rkt in die Lehrlingsausbildung investiert wird (vgl. Juskalian „…•“a). Immer h,u‰ger werden jedoch Zweifel laut, ob das Modell mit dem technologischen Wandel Schritt halten kann. So bezweifeln Hanushek, Schwerdt, Woessmann u. a. (vgl. „…•Ÿ), dass Fac kr,fte durch das deutsche Berufsbildungssystem auf die Ver,nderung der Arbeitswelt infolge von Robotik, KI und Automatisierung gut vorbereitet sind, da sie nicht f€r die Dauer ihres Berufslebens auf den sehr berufsspezi‰schen F,higkeiten aus der Ausbildung aufbauen k•nnten.

Dieser Beitrag besch,ftigt sich zun,chst mit der Frage, welche T,tigkeiten in Zukunft von Rechnern und Robotern €bernommen werden k•nnten und welche F,higkeiten von Arbeitnehmer:innen in der Zukunft erwartet werden. Anschlieƒend stellt er zur Diskussion, wie sich Berufsbildung in der Metall- und Elektrotechnik nachhaltig gestalten l,sst und welches Potenzial das deutsche System der Berufsbildung bietet.

In the debate about the consequences of automation and the development of arti‰cial intelligence (AI) and robotics, the German vocational training in the dual system is questioned (cf. Bosch „…•µ).

According to a study by Frey and Osborne (cf. „…•Ÿ), around ‡Ÿ% of tasks and activities in the U. S. labor market could already be automated today. Dengler anc

Literatur

Frey, K. („……ž). Die Projektmethode, •…. *berarbeitete* Auˆage, *Weinheim und Basel, Beltz.*

Gorecky, D., Schmitt, M. Loskyll, M. („…•Ÿ). *Mensch-Maschine-Interaktion im Industrie* ‡….-Zeitalter. *In B. Vogel-Heuser, T. Bauernhansl M. ten Hompel (Hg.)*, Handbuch Industrie †.• Bd. †. Allgemeine Grundlagen, „•Ÿ†„ ‡. *Berlin: Springer.*

Hartmann, M. D. („…•ž). *Losgre • Methoden der Analyse* beruˆicher *Handlungsprozesse und der Planung* beruˆicher *Kompetenzentwicklung vor dem Hintergrund von Industrie ‡….. In Gesellschaft fr Arbeitswissenschaft e. V. (GfA) (Hg.)*, Arbeitswissenschaft mit Interdisziplinarit„t und Methodenvielfalt. Dokumentation der Herbstkonferenz der GfA. *Dortmund: GfA-Press (Open Access).*

Hartmann, M. D. („…•“): *Zum Zusammenhang von* beruˆichen *Handlungsprozessen und* beruˆicher *Kompetenzentwicklung vor dem Hintergrund von Industrie ‡….‹. In G. G. Goth, S. Kretschmer I.* PfeiŽer *(Hg.)*, Auswirkungen der Elektromobilit„t auf die betriebliche Aus- und Weiterbildung‡ Ÿ•“ . *Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag.*

Hirsch-Kreinsen, H. („…•ž). *Entwicklungsperspektiven von Produktionsarbeit. In A. Botthof, Alfons E. A. Hartmann (Hg.)*, Zukunft der Arbeit in Industrie †.•, *S.* “Œ†Œ“. *Berlin: Springer.*

Oertwig, N. Rimmelspacher, S. O. („…•Ÿ). *Anforderungen an ein Kommunikationsframework. In N. Weinert, M. Plank A. Ullrich (Hg.)*, Metamorphose zur intelligenten und vernetzten Fabrik, Šµ†•‡Ÿ. *Berlin: Springer.*

Pahl, J.-P. („……“). Bausteine beruŒichen Lernens im Bereich ‡Arbeit und Technik‰: Teil Methodische Grundlegungen und Konzeptionen. *Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag.*

Pahl, J.-P. („…•µ). Ausbildungs- und Unterrichtsverfahren: ein Kompendium f‚r den Lernbereich Arbeit und Technik, „…•µ, ž. *aktualisierte und erweiterte* Auˆage, *Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag.*

Pahl, J.-P. Herkner, V. („……Ÿ). Instandhaltungsorientierte Unterrichtsverfahren: eine Arbeitsunterlage f‚r den unterrichtspraktischen Gebrauch, „……Ÿ, *Bielefeld: W. Bertelsman Verlag.*

Reiss, M. Reiss, G. („…•“). Praxisbuch IT-Dokumentation. Vom Betriebshandbuch bis zum Dokumentationsmanagement. *Mnchen: Carl Hanser.*

Ropohl, G. („……Œ). Allgemeine Technologie: eine Systemtheorie der Technik. *Karlsruhe: U versittsverlag Karlsruhe.*

Sawadogo, E. J. W., Kozlowski, T., Reuter, G. Mueller, M. („…•Ÿ). Instandsetzung einer Automatisierungsanlage und Modernisierung zur ‡Modellfabrik †.•‰; „Ÿ. *Fachtagung de BAG Elektrotechnik, Informationstechnik, Metalltechnik, Fahrzeugtechnik am • . und •‡. Mrz „…•Ÿ im Rahmen der •Œ. Hochschultage* Beruˆiche *Bildung an der Universitt zu Kln. Verfgbar unter* https://www.bag-elektrometall.de/pages/HT„…•Ÿ/praesent/ak‡_sawadogo.pdf+&cd=•&hl=en&ct=clnk&gl=de (ZugriŽ *am* …Ÿ.•„.„…•Œ).

Bisher war die Anlage mit ihren vier Stationen in einem Viereck angeordnet (Abb. „und). Der lineare Aufbau ist in der folgenden Abbildung Žschematisch dargestellt.

Abbildung Ž:Schema der linearen und W-LAN-f•higen Modellfabrik

AufrŒstung der Anlage zu einer Modellfabrik Industrie Š.ƒ

Die weitere Digitalisierung der Modellfabrik fordert ein neues Aufbau-, Produktions- und Nutzungskonzept der Anlage, das auch eine neue Komplexitt bzw. Intransparenz fr die Anwender (Lernende und Lehrende) mit sich bringt.

Zum Konzept wurden unterschiedliche Vorschlge zur Diskussion gestellt. Dies waren u. a.:

- *Erweiterung der Anlage zu einem digitalen Stckzhler, der die Produktionsdurchfhrung erleichtert sowie einen digitalen Ausgabewert fr weitere Verarbeitungen ermglicht (z. B. unterschiedliche Produktionsablufe in der SPS de-* %ieren *und diese nach Auftragssituation verndern).*
- *Produktionsteile mit RFID sowie Produktionsanzeige auszustatten, sodass die einzelnen Produkte im Herstellungsprozess geortet und die aktuellen Standorte bestimmt werden knnen (die erste Stufe intelligenter Werkstcke).*
- *Die alte Anlage mit* vernetzungsf„higen (*IO-Link)* Sensoren und Aktoren *(bidirektional kommunikationsfhigen Modulen) auszustatten:*
- *Ausstattung der elektropneumatischen Regler mit IO-Link-Technologie, Erkennung von Vernderungen im Prozess und Weiterleitung von Information an die Feldebene (z. B. intelligente Druckregler, wie Modelle der ITV-Serie von SMC).*
- *Einrichtung einer Steuerung der Anlage ber App oder externe PC (Panelbetrieb) mittels Internet (WLAN/WIFI).*
- *Integration einer Fernberwachung (Monitoring), z. B. aus einem Bro, um zu erkennen, in welchem Zustand die einzelnen Stationen der Modellfabrik sind.*
- *Flexible berwachung und Erfassung von Systemdaten. Die digitale Anzeige und Kontrolle von zum Beispiel Systemdruck, Temperatur, Systemzustnden*

oder Spannungsversorgung, um im Produktionsausfall die Fehlersuche und Fehleranalyse zu vereinfachen.

Ñ Integration eines Roboterarms.

In der Umsetzung muss im weiteren Verlauf gekl‚rt werden, ob eigene L•sungen entwickelt oder L•sungen von Automatisierungsanbietern eingekauft werden. Dies wird im Einzelfall zu entscheiden sein. Im Bereich von Industrie .. bietet z. B. FESTO Industrie .. Produkte wie ŠCP Lab‹Module an. Auch andere Hersteller wie Bosch Rexrodt haben L•sungen im Angebot.

Um eine L•sung zu nden, setzt sich die Projektgruppe auch weiterhin mit den bereits o. g. Fragestellungen auseinander.

F€ Station wurden in der Folge die Steuerungsprozesse dargestellt und m•g-liche Ma‚nahmen zu seiner Entwicklung mit Industrie .. f‚higer Technik zusammengestellt. Dies ist in Abbildung ersichtlich.

Abbildung •: Blockschema der Prozesse an Station I Š geplante Ver•nderungen im Steuerungsprozess

Die nachfolgende Tabelle versammelt noch einmal †beispielhaft f€ eine Station † auf einen Blick notwendige, zeitnah bzw. perspektivisch durchzuf€hrende T‚tigkeiten, welche im Rahmen der Aufr€stung bzw. Modernisierung der Modellfabrik zu leisten sind. Leicht einsichtig ist, dass daf€ Kompetenzen erforderlich sind, welche durch ein Denken und Handeln in Kontexten automatisierter Anlagen gepr‚gt und in diesem Zusammenhang mit den Lernenden tiefergehend sind.

kret untersucht werden (um z. B. die Voraussetzungen zu schaŽen), andere m€sen €ergreifend-konzeptionell bedacht sein:

Ñ Wie wird die Wirklichkeit (Anlage) modelliert, um den realen Prozess abbilden zu k•nnen?
Ñ Was soll die Anlage in Zukunft leisten k•nnen (siehe vorherige Teile dieses Artikels)? Wird z. B. ein digitaler Zwilling erzeugt? K•nnen die Produkte €er einen Informationsschatten begleitet werden? Wie wird das realisiert (Datenbank)? Welche Schritte sind daf€ insgesamt notwendig? In welcher Folge k•nnen/sollen sie gegangen werden? (Diese Fragen m€sen mit den jeweils neuen Lerngruppen immer wieder angesprochen und diskutiert werden.)
Ñ Wie wird das vernetzte System strukturiert? †u. a. welche Topologie wird zugrunde gelegt?
Ñ Wie wird die Kommunikation organisiert? Welche Standards liegen ihr zugrunde? Ist sie €er OPC UA m•glich oder handelt es sich wieder um ein propriet‚es System?
Ñ Wie ˆexibel ist das System? K•nnen bestimmte Ma$ahmen die Flexibilit‚ und OŽenheit erh•hen? K•nnen Echtzeitprozesse abgebildet werden? Welche Ma$ahmen sind m•glich bzw. notwendig, um diesen Anforderungen gerecht werden zu k•nnen?
Ñ Welche Sensoren sind vorhanden? Welche Daten nehmen sie auf? Wie werden diese weitergeleitet und verarbeitet? Sind die Sensoren f€ die weitergehende Automatisierung einsetzbar? Welche Bedingungen m€sen hier geschaŽen werden, um einen Standard Industrie ‡.… zu erreichen?
Ñ Sind neben den vorhandenen vier Stationen weitere integrierbar (z. B. ein Roboterarm)?
Ñ Welche Mensch-Maschine-Schnittstellen werden bereitgestellt? Wie k•nnen diese helfen, z. B. im Sinne der Integration neuer Anlagenbestandteile oder der Fehlerbehebung ein Verst‚dnis f€ das Gesamtsystem bzw. die Detailprozesse zu entwickeln? Sind sie geeignet, Anpassungen schnell und unkompliziert durchzuf€ren?
Ñ Welche regelungstechnischen Fragestellungen/Aufgaben sind im Einzelnen zu stellen? Wie k•nnen sie (auch fachlich relativ einfach) gel•st werden?
Ñ Werden f€ bestimmte Teilanlagen eigene Steuerger‚e eingesetzt? Warum? Wie werden die Gesamtsteuerung und die den lokalen Anforderungen gen€genden Steuerger‚e in der Hierarchie eingebunden?
Ñ K•nnen die Werkst€ke Auskunft €er ihren Bearbeitungsstand geben †oder werden sie wie bisher nur durch die Sensoren (Licht, magnetisch) identi‰ziert?
Ñ K•nnen mittels aufgenommener Daten €er den Produktionsprozess bzw. den Produktlebenszyklus hinweg Produkte weiterentwickelt bzw. Produktionsprozesse optimiert werden?
Ñ Wie k•nnen Aspekte der Augmented Reality eingebunden werden (bei Montage, Instandhaltung)?
Ñ Wie kann das System €ergreifend vernetzt werden (Stichworte: ERP, Lieferketten, logistische Herausforderungen)?

them on their land and creating jobs that keep people in local towns. In other cases, energy cropping may hasten demographic change through land changing hands and jobs shifting from one location to another.

Surveys and interviews with landholders and other community members can help to identify the factors that may help to make energy crops socially acceptable in different contexts. For example, in a study of landholders interested in growing mallee eucalypts near Condobolin in the central west of New South Wales, Australia, economic factors such as diversifying and improving the consistency of income were the most commonly cited potential benefits of growing mallee (Figure 6.2). Many of the factors classed as social also had a strong economic component, such as local employment and business opportunities, but the focus was more on the benefit for the local community rather than for the landholder specifically (Baumber et al., 2011).

Social and economic factors are often interlinked within the underlying value systems of landholders and other community stakeholders, and can have complex effects on attitudes towards energy cropping. In the Condobolin study, the most widely-favoured business model for growing mallee was a community-based option in which locally-owned businesses would coordinate planting, harvesting and processing (Baumber et al., 2011). The advantages cited for this model were greater control for landholders over their land and higher potential returns, as

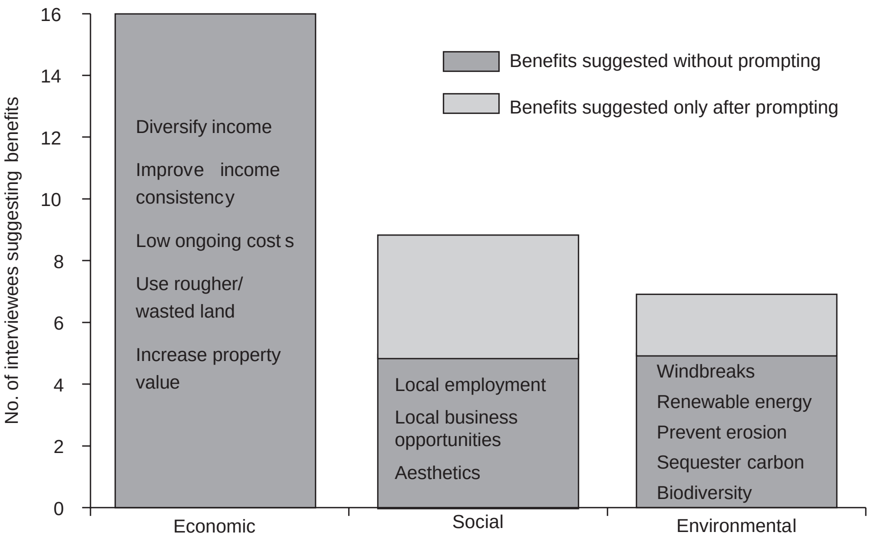

Figure 6.2 Number of interviewees identifying potential economic, social and HQYLURQPHQWDO EHQHÀWV RI HQHUJ\ FURSSLQJ
EHQHÀWV DUH OLVWHG LQ WKH EDU FKDUW
ZKR VXJJHVWHG EHQHÀWV ´RQO\ DIWHU SURPSWLQJ
EHQHÀWV \RX VHH DQ\ VRFLDO RU HQYLURQPHQWDO EHQH

Source: Baumber et al. (2011)

Die bereits weiter vorn genannten Handlungs- bzw. Aufgabenfelder (Einrichten, Bedienen, Instandhalten, Digitalisieren der Prozesse usw .) k•nnen einerseits den vier Stationen jeweils einzeln zugewiesen werden. Jedoch stehen sie auch in wechselseitiger technisch-kommunikativer Beziehung zu den anderen Stationen, da die Start- oder Endbedingungen von den anderen Stationen abh‚ngig sind. Dieser Zusammenhang ist in der folgenden Darstellung der Station (Abb.)nachvollziehbar.

Abbildung Š:Kommunikation der Station I (Ein- und Ausg•nge)

Aufgrund der Analyse der Anlage und der aufgestellten Ziele wurden im Rahmen der bisher durchgef€rten Einzelprojekte in gemeinsamen Diskussionen von den Studierenden und Dozenten folgende Aufgabenbereiche formuliert:

- Ñ Wartung und Instandsetzung der Bestandsanlage unter Nutzung komplexer Unterrichtsverfahren (Analyse und Diagnose der Bestandsanlage; Fehlersuche und -analyse; Instandsetzungsanalyse und -aufgabe, Projektdokumentation, Recyclingaufgabe °).
- ÑErstellung eines linearen Layouts der Bestandsanlage.
- Ñ Bearbeitung des SPS-Programms (Erarbeitung von Verbesserungsans‚tzen und Auswertung der Kommunikation via PROFIBUS. Erweiterung der Programmstruktur f€die Linearisierung der Modellfabrik).
- Ñ Modernisierung der bestehenden Modellfabrik zu einer vernetzten Industrie …Anlage.Dabei sollten digitale Sensorsysteme montiert werden, die eine Online-Kommunikation mit der Anlage erm•glichen sollen.

F€ die Organisation und den Ablauf wurden von der Projektleitung Hinweise zu den Bestimmungen der Bgrie Wartung, Instandsetzung, Instandhaltung, Inspektion u. a. laut DIN-Normen gegeben.

Weiterhin wurden Arbeitspakete und Termine zur Fertigstellung der einzelnen Pakete im jeweiligen Semester festgelegt.

Besonders wichtige zu ber€ksichtigende Aspekte waren dabei die Sicherheit von Menschen und Ger‚ten sowie der Arbeits- und Gesundheitsschutz.

Umgesetzt wurden sodann die Instandsetzung der Anlage und der Austausch verschiedener Bauelemente (u. a. der Pneumatik), um die Funktionsf‚higkeit der MPS von Grund auf zu garantieren. Zu beachten war dabei, dass bei der Instandhaltungsarbeit insbesondere hohe Dr€ke, gro¢ Geschwindigkeiten der bewegten Massen und Schl‚uche sowie Kr‚fte entstehen k•nnen, die f€ Menschen und Ger‚te gef‚hrlich sind. Demzufolge waren auf dem Gebiet des Arbeits- und Gesund-

Prozesses Šeine Zielstellung‹ sowie die Schritte zu deren Erreichung durch den Menschen vorangestellt und dem cyber-physischen System vorgegeben. F€den Eintritt eines Schadensfalls oder einer St•rung obliegt dem Menschen die Zustŋdigkeit eines sch•pferischen Probleml•sers (vgl. ebd., S. „•“) und er wird m•glichst angemessen (physisch oder programmbezogen) in die Strukturen und Prozesse eingreifen m€sen.

Š Technisch-kommunikative Vorgˆnge im Arbeitskontext

Durch die bisherigen Ausf€rungen wird deutlich, dass eine Betrachtung von †auf Maschinen und Anlagen bezogener †Vernetzung und Netzwerken aus der berufsarbeitsbezogenen Perspektive eine Arbeit an bzw. mit Netzwerken in den Blick nehmen sollte. Dabei kann es sich um gegenstŋdliche Komponenten oder Teilsysteme von Netzwerken handeln, wie z. B. mechanische, elektrische oder steuerungstechnische. Oder die Netzwerke sind (dann nicht-gegenstŋdlich) informationstechnischer Provenienz. Im Rahmen dieser Arbeiten sind Montagen, De- und Remontagen bzw. Einbindungen auszuf€ren. Es sind verschiedenartige Diagnosetŋigkeiten (einschlie∫lich der Nutzung von Messgerŋen) erforderlich. Es m€sen Programmieraufgaben €ernommen werden usw. Eine wesentliche Voraussetzung, Facharbeit gestaltungsbezogen aus€en zu k•nnen, ist das Verstŋdnis und die Einordnung der Anlagenprozesse in den entsprechenden Systemen. Konkret auf die technisch-kommunikativen Vorgŋge bezogen, tritt f€ein Arbeitshandeln in Netzwerken die Kommunikation zwischen Menschen und Maschinen bzw. Maschinen untereinander in den Vordergrund.

Das Inhaltsspektrum der Arbeit der Fachkrŋte in der komplex automatisierten und vernetzten Industrie ist das der Fertigung, der Instandhaltung der Anlagenkomponenten und der Integration neuer Anlagenkomponenten (z. B. von Maschinen mit ihren verschiedenartigen Schnittstellen).

Die Integration von neuen Anlagenteilen ist eine mechatronische Aufgabe. Der mechanische Fluss von G€ern und die elektrische Einbindung des Arbeits- und des Steuerkreises m€sen gewŋrleistet werden. Besondere Herausforderungen sind die Garantie der Sicherheit auch in der Kommunikation €er die Grenzen des Unternehmens hinweg (Reiss & Reiss „…•“; zu Clouds, vgl. Skowronek „…•Ÿ) und des abgestimmten Kommunikationsˆusses im komplexen Informationssystem. Hierbei ist zu beachten, wie der neue Anlagenbestandteil mit seinen unmittelbaren Kommunikationspartnern interagiert und kommuniziert. Dabei sind jedoch vor allem die €ergeordneten Produktionsziele und -ablŋfe im Blick zu behalten. Die Arbeitenden werden also Montagetŋigkeiten ausf€ren und Feinabstimmungen bezogen auf die Systemin- und -outputs vornehmen m€sen. Hierbei sind die spezi‰schen Bedingungen zu ber€ksichtigen, die in die digitalen Zwillinge, den mitgef€rten Informationsschatten und die Optimierungsaufgaben eingehen m€sen. Ist eine Homogenisierung des Kommunikationssystems erfolgt, so mag die Integration der neuen

(bringing down the Madagascan President in the process), an analysis by Ratsialonana et al. (2011) found that many land transactions were still underway or planned, with the majority being for biofuels produced from sugarcane, palm oil and particularly jatropha.

Cellulosic energy crops, such as trees and grasses for bioelectricity, have attracted less attention than biofuel crops with regards to land grabs and negative community impacts. However, certain projects have attracted controversy, such as the eucalypt plantations established by the Plantar Group in the Brazilian state of Minas Gerais for charcoal production. Part of this controversy relates to whether the land should be considered eligible for reforestation under the Clean Development Mechanism (CDM) of the Kyoto Protocol, but issues of land grabs and social exclusion have also been raised. The NGO Carbon Market Watch claims that the project has involved illegal dispossession of local people, exclusion of wood-collection activities from the site and worker exploitation. While the Plantar Group argue that the project has in fact delivered numerous socio-economic benefits for local people, they acknowledge that there have been some “adverse public reactions to this activity” (Carbon Market Watch, 2010, p. 5).

While the above examples highlight that bioenergy demand can increase risks of land dispossession for vulnerable landholders, it is important to remember that the problem is not unique to bioenergy. The displacement of local smallholders to make way for cash crops destined for foreign markets has long been an issue for a range of crops, including coffee, cocoa, bananas, sugar and plantation timber. Indeed, the aforementioned land deal that brought down the President of Madagascar was in fact for food crops rather than biofuels. Furthermore, a close look at the ILC’s Land Matrix as it appears in March 2015 (Figure 6.1) indicates that biofuel feedstocks may no longer be as dominant in land deals as was reported in the 2012 ILC report (Anseeuw et al., 2012).

Of a total of 1930 transactions listed in the Land Matrix as of 12 March 2015, 22 per cent had biofuels listed as an intended purpose, compared with 41 per cent that had food crops listed as an intended purpose. Furthermore, out of a total of 53 million ha listed in the contract size column of the Land Matrix, biofuels were a listed intention for only 10 million ha. This is less than the 20 million hectares intended for food crops and the 14 million ha intended for wood and fibre products. It is possible that biofuels may be produced from some of the contracted land listed as “unspecified” or “non-food agricultural”, but it is also likely that some of this land would be used for food crops, livestock grazing or wood and fibre production. Overall, the picture presented by Figure 6.1 suggests biofuel production is one of several drivers of large-scale land transactions worldwide, rather than being the dominant cause.

The argument that land rights issues are not unique to bioenergy crops is further supported by a comparison between prominent sustainability standards from the biofuels, agriculture and forestry sectors. Table 6.1 compares criteria relating to land rights and other social issues across the same three standards

auf Feedback-Schleifen: Die „Knoten“ (z. B. Roboter und Menschen) beziehen ihre Handlungen aufeinander.

- die Art der Interaktion, z. B. die Zulieferung bzw. Abnahme von Gütern und der Kommunikation (z. B. gegenseitige Information, Austausch von Codes).

Im „Zwischen“ ist auch die Topologie des Netzes (z. B. linien-, baum-, sternförmig) angelegt.

So kann das Netzwerk (vor allem mathematisch-logisch) beschrieben, seine Praxistauglichkeit abgeschätzt sowie seine Bereitstellung, Erweiterung, Optimierung geplant und umgesetzt werden (z. B. über Petri-Netze). Dabei hängt die konkrete Gestalt des Netzwerkes (z. B. seine Topologie) in der Regel davon ab, welche Funktion es übernehmen soll, wie viele Knoten/Teilnehmer/Elemente es hat, welche Latenz bei der Informationsaufnahme und -verarbeitung sowie Reaktion gefordert ist usw. Ist die Latenz zu hoch, sind Echtzeitprozesse, wie sie z. B. beim autonomen Fahren oder bei der Interaktion mit Robotern erforderlich sind, nicht realisierbar.

Bei einer abstrakten, das Ganze betrachtenden Netzwerkanalyse oder -planung wird man aber nicht stehen bleiben können, wenn es um die Realisierung oder *Modifikation* des Netzwerkes geht. Jedes zum Netzwerk dazukommende Element muss integriert werden. So muss sich eine weitere Perspektive zum einen auf die konkrete Gestalt und zum anderen auf die Kommunikationsschnittstellen richten. Die konkreten Entitäten können im Rahmen eines Netzwerkes nur dann miteinander interagieren, wenn sie dafür eingerichtet sind. Die Art der Kommunikation hängt von der Art der Entität ab. So sind die Mensch-Maschine(n)- oder die Maschine(n)-Maschine(n)-Interaktionen dadurch bestimmt, dass sich die jeweiligen Kommunikationspartner in irgendeiner Weise passiv (auf Abfrage z. B. über mit Informationen bestückte *Identifikatoren* wie Strichcodes, RFID-Chips) oder aktiv (z. B. über sich ändernde Anzeigen auf Displays oder über von Steuereinheiten ausgesandte Informationen) äußern (können). Die Gegenseite muss in der Lage sein, die übermittelten Informationen wahrzunehmen, zu verarbeiten, (korrekt) zu interpretieren, sie (vergleichend) auszuwerten, daraus Konsequenzen zu ziehen und sie (nach einer Aktion evtl. *modifiziert)* an die richtige Adresse weiterzugeben, ohne sie zu verlieren.

Schauen wir darauf, wo die Informationen herkommen: An den Sensoren wahrnehmbare Gegebenheiten bzw. Veränderungen müssen dafür aufgenommen, in der Regel gewandelt und zu – als Daten weiter nutzbaren – elektrischen Signalen aufbereitet werden. Sie stellen für den Prozess relevante Merkmale dar bzw. auf, die durch die Art des Sensors als „formalisierte Größe“ (z. B. Temperatur, Druck, Drehzahl, *Identifikationsnummer)* *identifiziert* bzw. kategorisiert werden können. Die auf der *Identifikation* und Erhebung sowie deren Ausprägung (Messung) beruhenden Daten werden über die auf diese Art modellierte Wirklichkeit zur Information und sind als Inhalt Grundlage der Kommunikation und der auszulösenden (Inter-)Aktionen.

Chapter 6 looks at several of the key issues highlighted in the above quote, particularly the way that land is made available for projects and what model of production is used (e.g. broad-scale vs smallholder production). A lack of secure land tenure can be a key cause of local food insecurity, regardless of whether the new project in question involves energy cropping, the production of food crops for export, or a non-agricultural use such as mining, urban expansion or infrastructure development.

One of the problems with broad-based limits on biofuel production, either through restrictions on land use or on the use of certain feedstocks, is that they may pose a barrier to certain types of energy cropping that can actually deliver environmental and social benefits. For example, the Gallagher Review's proposal to restrict biofuel expansion to "idle land" would pose a major barrier for projects that seek to restore or protect degraded or vulnerable farmland, such as the Oil Mallee Project in Western Australia, discussed in Chapter 4. Figure 5.4 highlights this conflict by comparing the assumptions underpinning Gallagher's "idle land" proposal with the assumptions underpinning the development of an oil mallee industry in WA.

The conversion of small strips of a wheat field to mallee may result in a short-term decline in wheat production due to a loss of cropping area, but, if this helps to mitigate dryland salinity, the long-term result is likely to be higher levels of food production than if the area remained completely under wheat. Even the assumption that planting mallee would lead to a short-term reduction in food

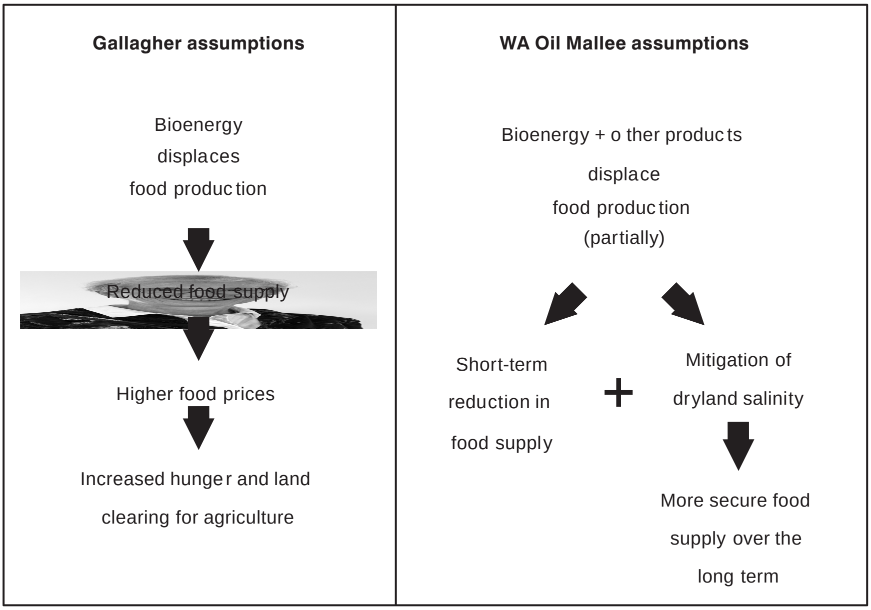

Figure 5.4 Comparison between the assumptions underpinning the approaches of Gallagher (2008) with those underpinning the West Australian Oil Mallee Project

supply may be overly pessimistic in some cases, as mallee belts can enhance wheat yields by reducing wind speeds at ground level (Abadi and Cooper, 2004).

Given the problems with dryland salinity in Western Australia, a blanket rule banning bioenergy plantations that displace food production could prove counter-productive in terms of food security, landscape health and even indirect land use change (as wheat production lost to salinity may be replaced by land clearing elsewhere in the world). In practice, any requirement for biofuel producers to use idle land would need to have a range of exemptions to cover cases such as oil mallee. The UK Government pursued the idle land concept for a brief period from 2008 to 2010, requiring biofuel producers to report on the type of land used to source their feedstocks. However, they subsequently adopted an approach consistent with the EU's Renewable Energy Directive, which requires biennial reports of the impact of EU biofuel targets on global food security, promotion of biofuels from wastes and cellulosic feedstocks and the use of certification schemes that comply with the EU sustainability criteria. These approaches are discussed below.

Supply chain approaches – biofuel certification

As with issues of deforestation, restoration and climate change, voluntary certification of biofuel producers offers a means of promoting biofuels that avoid negative impacts on food security. However, to do this, biofuel certification schemes have had to step away from the approach that has traditionally been used in agriculture and forestry standards, under which food security is not explicitly mentioned. For example, two of the prominent sustainability schemes looked at in this book so far, those of the Forest Stewardship Council (FSC) and the Sustainable Agriculture Network (SAN), do not contain any criteria specifically related to food security. The closest they come are general obligations to identify and consider the interests of local populations (SAN) and to maintain or enhance social wellbeing and community needs (FSC). This is despite the fact that a wide range of cash crops, including food crops grown for export, have the potential to exacerbate local food insecurity if an inappropriate approach is taken to land acquisition and production (Locke and Henley, 2014).

In contrast to the FSC and SAN standards, those of the Roundtable on Sustainable Biomaterials (RSB) have one whole criterion dedicated to food security. This reflects the greater emphasis that has been placed on food security in the biofuel sector due to the food vs fuel debate. Under the RSB standards, biofuel producers must assess risks to local food security from their operations and mitigate any negative impacts. Furthermore, if operating in a food insecure region, they must actively enhance the food security of directly affected stakeholders through measures such as setting aside land for food production or increasing yields. This obligation goes beyond simply *maintaining* local food security to actively *enhancing* it. Notably, the RSB does not require biofuel producers to consider impacts on global food security, arguing that such impacts

- Ñ die planerische Vorwegnahme von (Teil-)Prozessen, die Analyse von Konsequenzen einer Ausl•ung bestimmter (Teil-)Prozesse, den Vergleich der alternativen Prozesse und damit die Abwgung, z. B. im Sinne einer Optimierung des Gesamtprozesses oder von Teilprozessen,
- Ñ die (gegenseitige) Steuerung und Regelung der Prozesse durch die beteiligten Maschinen auf Grundlage der vorgegebenen Strukturen,
- Ñ eine Spiegelung der gegebenen und sich wandelnden Wirklichkeit (Šdigitaler Zwilling‚ vgl. Ziegler „…•Ÿ, S. µ„), sodass der Produktionsprozess im Ganzen betrachtet bzw. der Stand z. B. der Bearbeitung eines Werkst€kes ‡er den gesamten Prozess mitgetragen werden kann (ŠInformationsschatten‚ vgl. Vogel-Heuser, Bauernhansl & ten Hompel „…•Ÿ).

Abbildung ‚: Kommunikationsvorg•nge an Maschine bzw. Anlage

Die Steuerung von Produktionsprozessen ist nur m•glich, wenn Kommunikation zwischen Menschen und Maschinen und zwischen Maschinen und Maschinen sowie ihren Teilsystemen bzw. Elementen statt‰ndet. Technisch bedeutet das, dass ‡er die Sensorik aufgenommene Wahrnehmungen weitergegeben werden m€sen, (im Steuerger‚t) verarbeitet und als (bewertete) Information gespeichert werden. Sie rufen vielfach(e) Aktionen hervor, die wiederum ‡er innere Kommunikationskan‚le (zu Š‚ƒeren Kommunikationskan‚len‹vgl. w. u.) ausgel•t werden m€sen.
Die Interaktion von Akteuren bzw. Beteiligten †und hier sind ausdr€klich Menschen und Maschinen gleicherma‚ƒn gemeint †st€zt sich auf diese innere, erfordert aber auch eine ‚ƒre Kommunikation. In Letzterer geben sie (z. B. als Sachsysteme oder Werkst€ke) die an anderer Stelle gesetzten Aufgaben und Ziele (z. B. an ihnen vorgesehene maschinelle Bearbeitungsvorg‚nge bestimmter Qualit‚t) sowie ihren gegenw‚rtigen Zustand bekannt. Auf diese Weise k•nnen sich die Beteiligten neu ausrichten (z. B. Werkzeugwechsel vornehmen) bzw. einstellen (z. B. Drehzahl, Vorschub). Die am Produktionsprozess Beteiligten ben•tigen Kommunikationsschnittstellen, die ihnen zumindest die Aufnahme bzw. Anzeige von Informationen, mehr noch ihren Austausch, erm•glichen.

der beruˆichen Bildung abzuleiten sein, die in einer handlungsorientierten Form auch im eigenen Unterricht erprobt und reˆektiert werden.

Bei der Einf€rung und Nutzung von Informationssystemen an Berufskollegs werden seit Jahren gemeinsam mit den Schultrgern L•ungen realisiert, die den unterschiedlichen Anforderungen der Bildungsgnge entsprechen.

Zur Integration digitaler Schl€selkompetenzen ist eine Handreichung zur Erstellung von Medienkonzepten entwickelt worden, die zur Unterst€zung zeitgem‚ ‚€r Anpassungen dient.

Zu den geforderten digitalen Kompetenzen f€die beruˆiche Bildung zhlen:

Ñdigitale Medien beruˆich und privat eŽektiv und e•zient nutzen
Ñ digitale Inhalte beruˆich und privat produzieren sowie ihren Nutzen, ihre Bedeutung und ihre Wirkung reˆektieren
Ñ grundlegende informatische Prinzipien und Konzepte verstehen, privat und beruˆich zum Verstndnis einer digital geprgten Kultur in der Informationsgesellschaft nutzen
Ñ digitale Systeme und Prozesse sicher beruˆich beherrschen und die Arbeitsorganisation mitgestalten

Dabei ergnzen und bedingen sich gegenseitig Medienbildung, Anwendungskompetenzen und informatische Grundkenntnisse. Ein Konzeptwissen der Informatik liefert die Grundlage f€ Anwendungswissen und Medienbildung, mit der beruˆiches und gesellschaftliches Handeln reˆektiert werden kann, was gerade bei zunehmend k€zeren Innovationszyklen von Hard- und Software notwendig ist.

F€die Leitungsebene ist die strategische Ausrichtung der Schule in den Handlungsfeldern Unterrichts-, Organisations- und Personalentwicklung zu unterst€zen.

Quali‰zierungsangebote richten sich an:

ÑLehrkrfte
ÑTeams in Bildungsgngen
ÑTeams gleicher Bildungsgnge im Fachbereich verschiedener Berufskollegs
ÑTeams unterschiedlicher Bildungsgnge mit Bezug zu digitalen Prozessketten
ÑTeams von Lehrkrften und Ausbilder:innen
ÑKoordinator:innen nach Fachbereichen
ÑLeitungspersonal
Ñ Ausbildungsbeauftragte der Lehrerausbildung (in Kooperation mit den Zentren f€schulpraktische Lehrerausbildung in NRW)
Ñtransnationale Projekt- und Arbeitsgruppen.

F€ Fortbildungsmaƒahmen eignen sich insbesondere zwei Szenarien, die einerseits digitale Instrumente zum Lernen integrieren und andererseits orts- und zeitunabhngige Formen des kooperativen und interdisziplinren (Weiter-)Lernens einbeziehen (Abb. •):

Ñdas Anreicherungsszenario, bei dem in Prsenzphasen Fortbildungsformen um digitale Elemente erweitert werden und die Kompetenz der Einzellehrkraft im Vordergrund steht

In the absence of a global land use planning agreement, national or sub-national governments may choose to implement restrictions on land use to protect food production. There are a number of examples from around the world where restrictive zoning laws have been applied to protect agricultural land from conversion to non-agricultural uses. The US state of Oregon and the Canadian province of British Columbia have each implemented zoning rules aimed at slowing the loss of farming land to urban expansion. Similarly, the Australian state of New South Wales (NSW) has introduced a strategic regional land use planning process that is aimed at identifying prime agricultural areas at risk from mining or coal seam gas development. Such restrictions are generally not absolute, but may trigger assessment procedures. For example, the NSW arrangements require that any mining or coal seam gas activities within 2 km of strategic agricultural land undergo assessment by an independent panel (Department of Planning and Infrastructure, 2012).

While zoning rules such as those employed in Oregon, British Columbia or NSW could be used to restrict the expansion of non-edible energy crops like jatropha or willow, such an approach is more problematic for crops that can be used for either food or fuel. Unlike a change from farming to mining or urban expansion, a shift in land use from growing soy for food to growing soy for biodiesel is unlikely to result in any discernible change in land management practices. Furthermore, if the agricultural produce is sold into a global market, the change in end use from food to fuel could occur on the other side of the world without the land manager even being aware of it.

One option for dealing with the interchangeability issue is to apply zoning rules across entire feedstock categories, as Brazil has done by introducing zoning rules to control the future expansion of sugarcane and oil palm (Leopold, 2010). However, this system has been designed to limit negative environmental impacts like deforestation and is not capable of controlling the amounts of each crop that are used for food or fuel. It could be applicable for crops that are non-edible or rarely used for food (e.g. willow), but such crops are not usually the main source of concern in the food versus fuel debate. A second option would be for governments to introduce a product tracing system that keeps track of which biofuels have been produced from which feedstocks grown on which land. However, such a system would be extremely complex and costly and would require international coordination given the extensive global trade in biofuels and their feedstocks. A third option, which is the one that has been employed more widely to date, is to address the issue at the point of feedstock conversion by placing limits on which crops can be used for biofuel production.

China is the most prominent example of a national government which has moved to restrict the use of certain crops for biofuels, most notably corn, in response to concerns about food security. After actively promoting the use of corn for ethanol production over the period 1999–2008, the Chinese Government changed tack, responding to concerns around rising grain prices by halting the construction of new corn-to-ethanol plants (Zhong et al., 2010). In many ways, restrictions of this